

**VERGLEICHENDE UNTERSUCHUNGEN ÜBER
AUFLÖSUNG UND DURCHDRINGUNG VON
PULPENSCHUTZMITTELN (LACKE UND LINER)
DURCH PHOSPHORSÄURE UND
METHACRYLSÄUREMETHYLESTER**

Rudolf Sleik

1974



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41551924_0062

Aus der Abteilung für Zahnerhaltung und Parodontologie
(Vorstand: Prof.Dr.E. Sonnabend) der Klinik für Zahn-,
Mund- und Kieferkrankheiten der Universität München

VERGLEICHENDE UNTERSUCHUNGEN ÜBER AUFLÖSUNG UND DURCH-
DRINGUNG VON PULPENSCHUTZMITTELN (LACKE UND LINER) DURCH
PHOSPHORSÄURE UND METHACRYLSÄUREMETHYLESTER.

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde in der Zahnheilkunde
verfaßt und einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Ludwig Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

RUDOLF SLEIK

aus

München

1 9 7 4

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der Universität München

Berichterstatter: Prof.Dr.E. Sonnabend

Mitberichterstatter: Priv.-Doz. Dr.Dr.W. Neupert

Dekan: Prof.Dr.W. Spann

Tag der mündlichen Prüfung: 19. 2. 1974



GLIEDERUNG

- A) Einleitung
- B) Literaturübersicht
- C) Zusammenfassung der Methoden und Ergebnisse der Autoren, kritische Beurteilung der Methoden
- D) Prüfung der Pulpenschutzmittel
 - 1.) Begründung der eigenen Methode
 - 2.) Fragestellung
 - 3.) Zusammenstellung der zu prüfenden Präparate
 - 4.) Schilderung der eigenen Methode
 - 4.1. Löslichkeitsversuche- Versuchsaufbau- und Durchführung
 - 4.2. Penetrationsversuche- Versuchsaufbau- und Durchführung
 - 5.) Ergebnisse aus Löslichkeits- und Penetrationsversuchen nebeneinander dargestellt mit kritischem Vergleich der Ergebnisse untereinander und den Resultaten anderer Autoren
 - 6.) Kritische Wertung der Resultate
- E) Zusammenfassung
- F) Literaturübersicht

A) E I N L E I T U N G

Die moderne konservierende Zahnheilkunde ist mit geprägt von den zahlreichen Medikamenten und Füllungsmaterialien, mit denen sie arbeiten muß. An die Stelle der "Plombe" sind Werkstoffe verschiedenster Art getreten, zum Beispiel Zemente und insbesondere Kunststoffe.

Ihre Vorteile wie zahnähnliches Aussehen und bessere Verarbeitung wiegen jedoch einen entscheidenden Nachteil nicht auf: den toxischen Einfluß auf die Pulpa. Um diesen zu verhindern, legte man Unterfüllungen, die das Zahnmark ausreichend schützen sollten. Genannt seien Zinkoxid-Phosphatzemente, Zinkoxid-Eugenol-Verbindungen und Calciumhydroxidpräparate.

Doch mußte man, vor allem bei flachen Kavitäten, gesundes Dentin entfernen, um Platz für solche Unterfüllungen zu schaffen. So wurde nach einem Ausweg gesucht, den man schließlich in den sogenannten Kavitätenlacken zu finden glaubte. Sie sollten die Pulpa vor den Noxen der definitiven Füllung schützen.

Um welche pulpenschädigenden Noxen handelt es sich nun? Da ist einmal die Phosphorsäure zu nennen (Silikat-, Stein-, Phosphatzement), zum anderen der Methacrylsäuremethylester (selbsthärtende Kunststoffe).

Die Schutzlacke erfüllen ihre Hauptfunktion nur dann, wenn sie gegen das schädigende Agens eine wirksame Barriere bilden. Dies zu überprüfen ist das Ziel der vorliegenden Arbeit. Die Zuverlässigkeit der Isolierung soll einerseits mit Hilfe von Penetrationsversuchen, andererseits mittels

Löslichkeitsversuchen untersucht werden. Die Ergebnisse von Durchdringung und Löslichkeit sind zu vergleichen.

B) LITERATURÜBERSICHT

Der folgende Abschnitt stellt einen chronologisch verfaßten Bericht über Veröffentlichungen und Dissertationen seit dem Ende des Zweiten Weltkrieges dar.

1949: Schulz (60) wies mit Lackmuspapier die saure Reaktion des Silikatzementes - auch noch in der Abbindephase - nach. Lackapplikation hielt er nicht für ausreichend und empfahl stattdessen ein alkalisches Präparat (Protector), dessen gute Qualität er mit Lackmuspapier nachwies. (Keine Rotfärbung des Indikators durch Silikatzement, nachdem er mit dem alkalischen Protector blau gefärbt worden war.)

1951: Fassdorf (22) machte Arsenspuren, einen sogenannten sekundären Säureschub und Calciumfluorid für die Silikatzementtoxizität verantwortlich. Einen Ausweg sah er in der Phosphatzementunterfüllung; Lackanstrich hat seiner Meinung nach nur Nachteile.

Passow (48) untersuchte mit gefärbten Methacrylsäuremethylester, den er auf lackbeschichtete Tonzellen applizierte,

- 1.) Kunstharzlack (zum Beispiel Lupolen): erwies sich als dicht, jedoch schwierig zu applizieren.
- 2.) Kieselsäureester mit Kunstharz als Träger: undicht.

Pulpenschädigend sind für ihn Methacrylsäuremethylester, organische Peroxide und Acceleratoramine.

Schmelzer (58) fand die Wirkung folgender Lacke sehr umstritten: Claustrolack, Sandarack, Mastix,

Degussalack, Tutol, Zapponlack, Radisan, Jakobson'sche Unterfüllung, Obturasol, Adhäsinium und Antec. Die Autorenaussagen seiner Arbeit sind zum Teil widersprüchlich.

Schubert (59) färbte Silikatzement mit Eosin, Methylenblau und Säurefuchsin, brachte ihn in lackbeschichtete Kavitäten von Tierzähnen ein und wies an Hand von histologischen Schliffen die Unzulänglichkeiten von Toluol, Obturasol und Impreg-nol nach, während er Phosphatzement und Calxyl als ausreichend befand. Als schädigende Bestandteile des Silikatzementes sieht er freie Säuren und Fluorbestandteile an.

Spreter von Kreudenstein (63) arbeitete ebenso mit einer Farbstoffdiffusionsmethode. Er untersuchte Autopolymerisate, indem er das Monomer mit Sudan III färbte, den so markierten Kunststoff in Hundezahnkavitäten einbrachte und anschließend histologische Bilder fertigte. Phosphatzement, Lacke, Folien und Verkieselung sind kein ausreichender Pulpenschutz. Noch weicher Zement verhindert ebenso wie Gottlieb-sche Lösung die Penetration des gefärbten Methacrylsäuremethylesters. Spreter von Kreudenstein forderte von einem Schutzlack unter Autopolymerisaten:

- völlige Abdichtung des Dentins
- keine toxische Wirkung
- keine Zahnverfärbung
- keine Störung des Polymerisationsprozesses
- keine Minderung der Qualität des Kunstharzes
- keine Verringerung der Haftung.

1952: Passow (49) lieferte einen weiteren Beitrag zum Pulpenschutz unter Kunstharzfüllungen. Die Haftung von Kunststoffüllungen am Dreifachlack P.S. 51 wies er nach, indem er ein Glasröhrchen innen mit Lack beschichtete, es anschließend mit Kunststoff (Palavit) füllte und in gefärbtes Wasser einlegte. Das Wasser drang nur an einer Stelle zwischen Kunststoff und Lack ein.

Sendtner (61) empfahl folgende Isoliermittel:

- 1.) Pulpenschutzmittel nach Professor Spreter von Kreudenstein, 40-prozentiges Zinkchlorid
- 2.) Calciumferrozyanid (10-prozentig), eine Imprägnierung
- 3.) Dreifachlack nach Passow P.S. 51:
Formbildner I: gegen Monomere
Formbildner II: wird durch organische Kiesel-säureester verkieselt
Formbildner III: schützt I und II gegen mechanische Insulte.

Der Autor stellt verschiedene Forderungen an ein gutes Isoliermittel gegen Monomer.

Diese Forderungen werden nach Ansicht von Sendtner (62) auch von einem weiteren Präparat, dem "Pula"-Pulpenschutz erfüllt, dessen Gebrauchsanweisung er ausführlich schilderte.

1953: Meigatter (40) beurteilte in der Einleitung seiner Veröffentlichung De Treys Thymol - Zinkoxid - Kombination und Schröders Tironal negativ, berichtete über zweijährige Versuche über Pulpereaktionen und empfahl folgende Isolierung: 0,5 g Guttapercha in 4 ccm Chloroform, darüber ein Asbestkappchen oder Zinnfolie.

Reich (56) prüfte die Abdichtfähigkeit von folgenden Substanzen: Zahnlack, ammoniakalische Silbernitrat-Lösung mit anschließender Reduktion, Zinkchlorid und Calciumferrozyanid (Gottlieb), Cervin, Unterfüllung aus Phosphatzement. In kariessfreie, eben entfernte retinierte Weisheitszähne präparierte er okklusale Kavitäten, beschichtete diese mit den Pulpenschutzmitteln und füllte sie mit Autopolymerisat, dessen Monomer mit Sudan III gefärbt worden war. Anschließend wurde an Hand von Schliffen die Pulpenverfärbung beobachtet. Das Ergebnis:

Zahnlacke sind als Pulpenschutz ungeeignet, weil sie methacrylsäuremethylesterlöslich sind.

1954: Dausch (17) verglich die Pulpenschädigung des Autoacrylates Sevriton mit und ohne Schutz mittels histologischer Bilder, die er aus jugendlichen Zähnen gewann.

Mit Sevriton allein sah er an der Pulpa: Hämorrhagien, Infiltrate, Rundzelleninfiltrate. Bei Applikation des Adhäsivlackes von De Trey unter die Füllung stellte er Ähnliches fest. Noch schwere Schäden verursachte Sevriton nach dem Isolieren mit Gottlieb'scher Lösung.

Der beste Pulpenschutz besteht aus einer nicht ganz abgebundenen Zementunterfüllung.

Auf die Notwendigkeit des Pulpenschutzes wies auch Kalden (29) hin. Er forderte von einem zuverlässigen Dentinwundverband:

- 1.) Unschädlichkeit für die Pulpa
- 2.) Isolierung gegen Phosphorsäure
- 3.) Isolierung gegen Methacrylsäure und Katalysatoren
- 4.) Isolierung gegen thermische und elektrische Einflüsse

- 5.) Leichte Applikation
- 6.) Dauerwirkung
- 7.) Anwendungsmöglichkeit auch bei kleinen Kavitäten
- 8.) Keine Schädigung durch Stopfdruck
- 9.) Keine Gefährdung der Retention
- 10.) Bakterienundurchlässigkeit

Kalden begründete diese Forderungen und erbrachte den Nachweis der guten Eigenschaften von Unifolan mit den Testmethoden von Zacharias (72). Er selbst präparierte Zähne, überzog sie mit Unifolan, füllte sie mit gefärbtem Monomer beziehungsweise gefärbter Phosphorsäure und machte anschließend Schnitte, die er im Auflichtmikroskop betrachtete. Aus den Ergebnissen geht hervor, daß Unifolan nicht durchdrungen wird.

In Calciumhydroxid enthaltenden Verbindungen sieht Zander (73) einen Schutz gegen Phosphorsäure.

1955: Unifolan wurde von Kalden (30) als universeller Schutzlack empfohlen. Er verwies auf zahlreiche Bestätigungen der guten Eigenschaften des Lackes, schilderte seine Anwendung und bestätigte dem Unifolan eine 8-prozentige Elastizität. Außerdem erwähnte er, daß Hiller auf einer Jahrestagung über Undurchlässigkeit von Unifolan für Schwermetallsalze und Metallionen gesprochen hatte.

Kalden und Wetter (32) berichteten über Applikation und vielseitige Verwendung von Unifolan als Pulpenschutz, Schleimhautsikkativ, Blutstillungsmittel, Isolation bei Unterfütterungen, Imprägnation von Tampons und elektrischer Isolator bei der Faraday'schen Untersuchung.

In einer weiteren Veröffentlichung gingen Kalden und Wetter (33) nochmals auf Unifolan ein. Sie erwähnten auch gebräuchliche Dentinwundverbände wie

Zinkoxid-Eugenol, Zinkoxid-Phosphat-Zement und Calciumhydroxid-Zement.

Die Imprägnierung nach Gottlieb und anschließende Phosphatzementunterfüllung unter Autoacrylaten erachteten sie nicht als ausreichend. Sie stellten die zehn Forderungen Kaldens an einen guten Pulpenschutz auf, die von Unifolan erfüllt werden.

Außerdem betonten sie die hervorragenden Eigenschaften dieses Verbandes aus Superpolyamiden, indem sie auf die Verwendung von Polyamiden in der Allgemeinmedizin hinwiesen.

In Modellversuchen überprüften sie die Durchlässigkeit von Methacrylsäuremethylester, Restsäuren und wässrigen Farbstofflösungen. Ein Glasröhrchen wurde mit Unifolanfilm fest verschlossen, mit Monomer beziehungsweise Phosphorsäure gefüllt und auf Autoacrylatpulver oder Phosphatzementpulver gestellt. Man konnte keine Abbindevorgänge erkennen. Ebenso bestand Unifolan Diffusionstests mit wässrigen Farbstofflösungen. Gefärbtes Monomer und Phosphorsäure ließen sie auf lackierte Zähne Jugendlicher einwirken. Die anschließende mikroskopische Auswertung ergab keine Dentinverfärbung.

Rautmann und Ritze (55) untersuchten Pulpenschutzmittel am Patienten. Sie applizierten Schutzlack in Kavitäten oder an Kronenstümpfen, legten Füllungen mit Autoacrylaten oder setzten Kronen mit diesen ein, extrahierten nach 6 - 39 Tagen und untersuchten die Pulpa mittels histologischer Schnitte. Sie verwiesen aber kritisch auf die Variationsbreite der Pulpenveränderungen, die von folgenden Faktoren abhängig sind:
Alter, Resistenz der Pulpa, Zahnhalteapparat, gesamter Organismus des Individuums, Kariesbefall, Pulpenirritationen

durch Füllungen, Präparationstrauma und Extraktionstrauma (Hämorrhagien). Die Möglichkeit der Übertragung von Tierversuchen auf den Menschen wurde angezweifelt. Schädigende Substanzen des Monomeren sind für die Autoren vor allem der Methacrylsäuremethylester wegen der ungesättigten Bindung, der starken Kapillaraktivität und des Lösevermögens für Lipide. Die Toxizität des Aktivatorsystems liegt dagegen durch die weitaus geringere Menge unter der des Methacrylsäuremethylesters. Folgende Lacke wurden untersucht:

- 1.) Petroläther - Polyisobutylenlösungen
- 2.) Polyvinylacetat in Chloroformdispersion mit Titanoxid - Pigment.

Für pulpenferne, flache, kleine Kavitäten erachteten die Verfasser die Schutzlacke als brauchbar, sonst aber nicht, weil die Ergebnisse zuvor eine Undurchlässigkeit der Lacke in vitro zeigten, in vivo aber starke Schwankungen auftraten.

Die Toxizität von Silikatzement und Kunststoff wurde von Sznajderman (70) beschrieben. Für die toxische Wirkung der Silikatzemente machte er Spuren von Arsenoxid, Fluorsalzen und Beryllium, Gehalt an Phosphor- und Kieselsäuren, Porosität und Kontraktion verantwortlich. Die Kunststoffnoxen sah er in Monomer und Katalysatoren (Amine). Für ihn ist die frühzeitige Alterung der Zahnlacke (Risse, Sprünge) ein entscheidender Nachteil. Weiter berichtete er, daß alle bisherigen Verbände Monomer diffundieren lassen, und der Nutzen, beziehungsweise Schaden der Gottlieb'schen Imprägnierung umstritten ist.

1956: Jentzsch (28) berichtete über Unifolan I nach Kalden und erwähnte seinen Schutz gegen chemische, thermische, bakterielle und elektrische Einflüsse. Außerdem wurde die Zusammensetzung bekanntgegeben: Mischpolymerisat aus Superpolyamiden in alkoholisch-wässriger Lösung. Der Lack hat einen pH-Wert von 6, in trockenem Zustand 7,5 - 8.

Zacharias (72) untersuchte Unifolan und wies die Erfüllung der zehn Forderungen Kaldens an einen Dentinwandverband mit Modellversuchen nach. Unifolan wurde in getrocknetem Zustand in Schwefelsäure, Salzsäure, Salpetersäure und Phosphorsäure eingelegt und zeigte keine Veränderungen. Wie Kalden und Wetter (33) machte auch er Diffusionsversuche: Er tauchte ein Röhrchen in Unifolan I, am unteren Ende blieb ein Film zurück. Es wurde Silikatzementflüssigkeit beziehungsweise Monomer eingefüllt und das Glasröhrchen auf Silikatzementpulver oder Autoacrylatpulver gestellt. Aus mangelnder Abbindung wurde auf absolute Dichtigkeit des Schutzfilms geschlossen.

1957: Norman, Swartz und Phillips (45) unterzogen verschiedene Dentalzemente Auflösungsversuchen nach den ADA-Spezifikationen. Sie empfahlen nicht nur Lösungsversuche mit Aqua destillata, sondern auch mit Lösungen speichelähnlicher Zusammensetzung.

Ein zuverlässiger Pulpenschutz muß nach Plischka (52) folgende Qualitäten aufweisen:

- 1.) Am Weichgewebe haftend
- 2.) Nicht speichellöslich

3.) Abriebbeständig

4.) Nicht durchdringlich für Chemikalien

Schutzlacke auf Zellulosebasis bilden nach Ansicht des Verfassers durchlässige Membranen, Lacke auf Kunstharzbasis seien selbst pulpentoxisch.

Mit dem Pulpenschutzmittel Perudent machte Plischka folgende Versuche an Patienten: Kavitäten an kontralateralen Zahnpaaren füllte er ohne beziehungsweise mit Schutz und stellte bei Applikation von Perudent eine Herabsetzung der Empfindlichkeit fest, jedoch nur unter Silikatfüllungen. Von Monomer wurde Perudent aufgelöst.

Nach Plischka und Tschamer (54) zeigt die Dentinwunde Empfindlichkeit gegen thermische, osmotische und chemische Reize. Bei Verschuß klingen die Beschwerden ab, wird die Wunde nicht versorgt, verstärken sich die Beschwerden durch die genannten Reize. Die Autoren erwähnten Perudent, einen Perubalsam mit Verharzungszusätzen, der folgende Eigenschaften hat:

1.) Feste Dentinhaftung

2.) Eindringen in Dentinkanälchen und Pfropfbildung

3.) Alkohollöslich, wasserunlöslich

4.) Basen- und säurefest und dicht.

Indiziert ist Perudent bei Hypersensibilität in Kavitäten, Verschuß der Dentinkanälchen, Verhinderung pulpitischer Beschwerden und Kalmierung aufgetretener pulpitischer Beschwerden.

Rottke (57) empfahl die Behandlung der Dentinwunde mit:

1.) Cervin - Reogan

2.) Ferro - Zink (Gottlieb)

- 3.) Caviplast
- 4.) Fokalmin Tector
- 5.) Hydroxyline
- 6.) Unifolan

1958: Arnold (1) beschrieb den Einfluß der Kunst- und Gitterwerkstoffe sowie der Cervin - Reogan - Imprägnierungsmittel auf die Pulpa. Er füllte Kavitäten an Hundezähnen mit Orthofill als Acrylat und Achatit als Gitterwerkstoff, extrahierte nach 48 Stunden und untersuchte die Pulpa histologisch. Dabei zeigten sich bei Cervin - Reogan - Applikation auch in Pulpennähe keine Alterationen, die Gitterwerkstoffe verursachten bei Zementunterfüllungen keine Schäden, Cervin-Reogan isolierte gut gegen Autoacrylat, ebenso in Kombination mit Zementunterfüllung. Wandte man Autoacrylat ohne Pulpenschutz an, waren Nekrosen die Folge. Phosphatzement war nicht toxisch, ein Vergleich mit nicht behandelten Zähnen wurde erbracht. Obwohl auch bei alleiniger Cervin - Reogan - Applikation keine Pulpenschäden aufgetreten waren, wurde doppelter Schutz durch Zementunterfüllung und Imprägnierung empfohlen.

Die Dentinwunde stellt nach Kalden (31) einen Gewebedefekt dar, der sich von Weichteilwunden lediglich durch seine spezielle Lokalisation und gewisse anatomische Besonderheiten unterscheidet. Zum Kavitätenschutz konnte er Lacküberzüge auf Zelluloidbasis wegen ihrer Speichellöslichkeit nicht empfehlen, Touchierungen mit Metallsalzlösungen (Silbernitrat, Chromsäure, Chlorzink), mit Phenolen und Formalinabkömmlungen hielt er für bedenklich. Von Cervin - Reogan riet er ab,

weil es thermisch zu wenig isoliert. Positiv beurteilte er Kapsidur wegen seiner Säurebeständigkeit, Basenfestigkeit, Zähigkeit, Elastizität und Unschädlichkeit des Lösungsmittels. Es wurde auch die Löslichkeit des Kapsidur in aromatischen Kohlenwasserstoffen und Estern erwähnt.

Die Abdichtfähigkeit von fünf unbezeichneten Pulpenschutzmitteln wurde von Newcomer (44) mit radioaktiv-markierter Phosphorsäure gemessen, die er mit Silikat- und Zinkoxidphosphatzement vermischte. Auf ein Nylonfilter trug er die Schutzlacke auf, darüber kam die Füllung, darunter absorbierendes Papier, das mit einem empfindlichen Scintillationszähler ausgewertet wurde. Nur zwei Varnisher zeigten eine Durchdringung.

1959: Drei Lacke, die auf die Zahnoberfläche als Karieschutz aufgetragen werden, prüften Caldwell, Gallagher und Liggett (12) mit folgender Methode: Sie reinigten untere Rinderschneidezähne mit Bimstein, überzogen sie mit den Lacken und legten sie für zwei Monate in Wasser. Entfärbung der Zähne und Abstoßung der Lacke sollten ein Maß für deren Qualität sein.

Die Fähigkeit des Kapsidur und Unifolan, die pulpen-schädigenden Einflüsse von Silikatfüllungen zu verhindern, wurde von Heuser und Lammert (27) bewiesen. Sie berichteten von der Säure- und Alkalibeständigkeit und chemischer Inaktivität (Polystyrole) des Kapsidur, ferner von der absoluten Gewebeverträglichkeit des Unifolan (Polyamide), da die Polyamide wegen der Ähnlichkeit mit der Eiweißbindung in der Medizin oft als Plastikmaterial verwendet werden. An 24 kariesfreien, vitalen Zähnen mit gesundem

Zahnbett wurden Kavitäten an nicht schmerzhaften Stellen präpariert. Der Schutzfilm wurde zweimal gelegt, anschließend die Silikatfüllung mit Streifen. Nach 17 - 90 Tagen Liegedauer wurden Vitalitätsproben gemacht und mikroskopische Schnitte angefertigt.

Die Verfasser bestätigten die Pulpenprotektion der beiden Präparate, indem sie nur an einem einzigen Zahn, der Karies superficialis aufwies, entzündliche Veränderungen der Pulpa sahen.

Den besten Pulpenschutz unter Silikatzementfüllungen sah Ketterl (34) in der Robicsek-Methode: Silikatzement wurde auf den feuchten Phosphatzement aufgebracht. Lacke hielt er als Säureschutz für ungeeignet, nachdem er Unifolan und Cervin - Reogan folgendermaßen testete: Sie wurden auf Indikatorpapier aufgetragen, die Zementflüssigkeit brachte bei Durchdringung Farbumschlag. Die Firma Lederer & Habryka (38) schrieb, daß an freihängenden Mikrofilmen des Pulpenschutzmittels Dasmovit auch nach Tagen noch kein molekularer Durchtritt von Anionen oder Kationen aus Mineralsäuren erfolgt. Schichtstärken unter zehn Mikron ergeben schon eine zuverlässige Barriere.

Mittels histologischer Schnitte an Rattenschneidezähnen untersuchten Pappas und Massler (47) die Reaktion der vitalen Pulpa auf Silikatzement ohne und mit Schutz. Dabei wurde folgendes festgestellt: Alle Liner reduzieren die giftige Wirkung des Zementes, in nur sehr geringem Maß jedoch Copalite, Cal-Drox, Handi-Liner und ein Epoxy-Resin-Material. Calciumhydroxidpaste, Pulpdent-Paste und Pulpdent-Liquid sind bei mittleren und tiefen Kavitäten nicht

mehr ausreichend. Phenol, Chembar und Zinkoxid-Eugenol erweisen sich als sehr guter Schutz. Die Verfasser empfahlen, wegen der Speziesunterschiede diese Ergebnisse nicht auf die Verhältnisse im menschlichen Zahn zu übertragen.

Plischka (53) behandelte den Monomerschutz der Pulpa durch folgende Lacke: Kri-Lack, Unifolan, Resinex (besondere Art von Zelluloseester), Polyvinylchlorid. Als geeigneter Indikator der Lackschichtdicke beziehungsweise Durchlässigkeit für Methacrylsäuremethylester zeigte sich die Papier-Transparenz-Probe. Auf halb geleimtes Papier, bestrichen mit Lacken, wurde Methacrylsäuremethylester gebracht. Im durchfallenden Licht leuchteten die Stellen, wo Methacrylsäuremethylester die Lackschicht und das Papier durchdrang, heller auf. Kri-Lack durchtränkte das Papier so, daß die Transparenz-Probe nicht gedeutet werden konnte. Unifolan benetzte das trockene Papier nur sehr oberflächlich. Für das Durchdringen von Methacrylsäuremethylester machte man feinste Risse in der an sich dichten Unifolanmembran verantwortlich. Die Resinexschicht ließ kein Monomer durch, während eine Polyvinylchlorid-Membran allmählich durchdrungen wurde. In einer weiteren Versuchsreihe wurde Monomer mit Sudan III gefärbt und auf lackiertes Filterpapier (Hartfilter Schleicher-Schüll) aufgetragen. Unifolan und Resinex zeigten Abdichtung, Kri-Lack und Polyvinylchlorid Penetration. In Kavitäten empfahl der Verfasser Resinex in Verbindung mit Perudent wegen besserer Hafteigenschaften.

1960: An Hand von Farbstoffdurchdringungsversuchen prüften Barrie, Gillings und Buonocore (3) Eastman 910

(Methyl 2 - Cyano -acrylat), Zinkoxid-Eugenol-zement, Phosphatzement und zwei andere nicht genannte Liner. Menschen- und Rinderschneidezähne wurden bis auf ein kleines, mit den Testlacken beschichtetes Fenster eingewachst und dann mit und ohne Silikatfüllung in basische Fuchsinlösung gelegt. Dabei zeigte sich die Überlegenheit von Eastman 910.

Kramer und Lee (36) wiesen durch histologische Färbemethoden nach, daß sich glykogenphosphorsaures Dimethylacrylat in Dentin und Füllungsmaterial nach Gebrauch eines Protektionslackes befindet.

Massler und Mansukhani (39) testeten folgende Pulpenschutzmittel:

- 1.) Zinkoxid-Eugenol mit Zinkacetataccelerator
- 2.) Cavitec
- 3.) Zinkoxid-Eugenol-Paste
- 4.) Epoxyresin
- 5.) Silicone
- 6.) Chembar
- 7.) Copalite
- 8.) Caldrex
- 9.) Pulpdent-Liquid
- 10.) Pulpdent-Paste
- 11.) Calciumhydroxidpaste

Sie füllten leere Karpulen mit Abdruckgips, der mit Bromkresolgrün (pk 4,7) oder Bromthymolblau (pk 7) angerührt wurde. Die auf den Gips applizierten Schutzmittel wurden freier Phosphorsäure, Silikat-zementfüllung und Phosphatzement ausgesetzt. Unter Silikat- und Phosphatzement zeigte Bromkresolgrün als Indikator die schlechte Schutzwirkung von Siliconen, Chembar und Copalite. Freier Säure

hielten nur Zinkoxid-Eugenol mit Zinkacetat-accelerator, Cavitec und Zinkoxid-Eugenol-Paste stand, Epoxyresin war noch tragbar. Mit Bromthymolblau erwiesen sich unter Phosphat- und Silikat-zement Silicone, Chembar und Copalite als unwirksam, der Film von Pulpdent-Liquid brach dauernd. Freie Säure durchdrang alle Präparate bis auf Zinkoxid-Eugenol mit Zinkacetataccelerator und Cavitec.

Swartz und Phillips (67) überzogen Zahnkronen bis auf ein Fenster mit einer Wachsschutzschicht. Auf das Fenster wurde Lack appliziert, die Zahnkronen wurden in Essigsäure oder Phosphorsäure eingehängt. So konnte festgestellt werden, daß mit Schutz genau so viel Calcium des Zahnes (bedingt durch Säureeinwirkung) in Lösung geht wie ohne, was als Maß für die Qualität der geprüften Lacke galt (Cavaseal, Copalite, Repelac). Gab man Silikatfüllungen auf die Fenster, so wurde die Calciumlöslichkeit bei Benutzung aller Lacke auf 15 - 30 Prozent herabgesetzt. Es wurden die starken individuellen Schwankungen der einzelnen Zähne untereinander diskutiert, ebenso die Frage, ob Lackapplikationen an der Zahnoberfläche klinische Schlüsse zuläßt.

Wallace, Johnson und Wick (71) wandten histologische, radiochemische und Färbemethoden an Hundezähnen (vital) und Menschenzähnen (extrahiert) an, um zehn unbenannte repräsentative Liner zu testen. Dabei stellten sie die verschiedene Qualität der Liner fest. Der Schutzwirkung von Howe'scher Lösung (Silbernitrat) in Verbindung mit Eugenol, ferner Phenol, Impraegmol und Copalite gingen Bergman und Söremark (5) auf folgende Weise nach: An zwanzig

kariesfreien Zähnen wurde in vitro der Schmelz wegpräpariert. Das Dentin wurde mit den genannten Präparaten abgedeckt. Danach lagen die Zähne 24 Stunden in einer Salzlösung, die mit ^{22}Na markiert worden war. Von den Zähnen wurden Schliffe angefertigt, die auf photographisches Papier gelegt wurden. Diese Autoradiogramme zeigten, daß keines der Pulpenschutzmittel das Eindringen von ^{22}Na verhinderte.

Going und Massler (25) beschrieben die Randspalt- und Dentindurchdringung von radioaktiv-markierten Jonenlösungen (Natriumjodid Na^{131}I , Natriumsulfat $\text{Na}_2^{35}\text{SO}_4$, Calciumchlorid $^{45}\text{Ca Cl}_2$, Natriumchlorid $^{22}\text{Na Cl}$).

Sie applizierten folgende Pulpenschutzmittel: Copalite, Mizzy-Poly-Liner, Chembar, Pulpadent-Paste, Pulpadent-Liquid, Zinkoxid-Eugenol, Zinkoxid-Eugenol+ Polystyrene und Phosphatzement. Die präparierten und gefüllten Zähne wurden in die radioaktiven Lösungen eingebracht, nach 24 Stunden dienten Längsschnitte zur Herstellung von autoradiographischen Bildern. Copalite und Mizzy-Poly-Liner reduzierten die Randdurchdringung und blockierten die Dentindurchdringung. Calciumhydroxid-Präparate (Chembar, Pulpdent -Paste, Pulpdent -Liquid) setzten die Durchdringung des Dentins teilweise herab, erhöhten aber die Randdurchlässigkeit. Zinkoxid-Eugenol- und Phosphatzemente schnitten schlecht ab.

Pelzer (50) stellte bei 50 Patienten keine Pulpenaffektionen fest, nachdem er kleinere und mittlere Kavitäten mit Fl-Merz-Liquid-Lining vorbehandelt hatte.

Swartz, Phillips und Chamberlain (68) trugen Repelac, Copalite, Cavaseal, Premier und Handliner auf Glasfritten beziehungsweise Dentinaufklebern auf. Darüber kamen Essigsäure-, Phosphorsäure-, Natriumfluorid-, und Kochsalzlösungen und Zement, darunter Aqua destillata. Die Penetration der Ionen wurde an der veränderten elektrischen Leitfähigkeit des destillierten Wassers gemessen. Alle Liner verhinderten den Durchtritt der Ionen, die Ergebnisse stimmten bei Verwendung von Glas- und Dentinaufklebern überein.

- 1963: Nach Brännström (8) bringt es gewisse Vorteile hinsichtlich pathologischer Pulpenreaktionen, wenn man unter Amalgamfüllungen das Pulpenschutzmittel Tubuli Tec appliziert, was er an Hand von histologischen Bildern aufzeigte.
- 1964: Bertelmann (6) legte Silikatfüllungen an den Zähnen mit Hyperämie und Pulpitis acuta serosa partialis. Als Unterfüllung dienten Zinkoxid-Eugenol, Reogan, Kapsidur und Unifolan. Extrahiert wurde nach 20 Tagen bis drei Monaten. Dabei ergab sich durch die Silikatfüllung bei allen Schutzmitteln keine Verschlechterung des klinischen und histologischen Befundes bei den bereits alterierten Zähnen, was ein Beweis für die gute Qualität der Unterfüllungsmaterialien sein sollte. Der Verfasser verwies auf die Möglichkeit von Blutungsherden durch die Extraktion.

Going (24) hielt Copalite in Verbindung mit Zinkoxid-Eugenol als Unterfüllung für optimal. Er wies auf die Schwierigkeiten bei Permeabilitätsmessungen am Dentin

hin. Die Penetration durch das Dentin wurde mit enzian-violetter Farblösung und anschließenden histologischen Schnitten demonstriert, ebenso mit radioaktiver Calziumlösung und anschließender Autoradiographie. So wurde ersichtlich, daß unter einer Amalgamfüllung größere Farbstoffmoleküle nur etwas am Füllungsrand eindringen, radioaktiv markierte Calziummoleküle jedoch im Pulpenkavum nachweisbar waren. An die Liner wurden folgende Forderungen gestellt:

- 1.) Thermische Isolierung
- 2.) Elektrische Isolierung
- 3.) Isolierung gegen Quecksilberdiffusion
- 4.) Schmerzstillender Effekt
- 5.) Antiseptische und antibakterielle Wirkung
- 6.) Säureneutralisation
- 7.) Randschlußverbesserung

Heuser (26) berichtete, wie schon in seiner Veröffentlichung mit Lammert (27) von guten Eigenschaften des Unifolan und Kapsidur. Bei schon bestehender Hyperämie stellten sie nach Lackapplikation und Silikatfüllung keine kleinzelligen Infiltrate fest, was sie von Reogan nicht behaupten konnten. Zinkoxid-Nelkenöl erwies sich als gut. Bei schon bestehender Pulpitis war kein therapeutischer Effekt der Schutzfilme zu erkennen, da die entzündlichen Infiltrate nicht verschwanden. Eine objektive Auswertung war nach Ansicht des Verfassers bei diesen Patientenversuchen nicht hundertprozentig möglich.

Pantke, Lehmann und Graul (46) prüften Phosphatzement, Kapsidur, Unifolan und Fl-Merz-Liquid-Lining als Pulpenschutzmittel unter Silikatfüllungen.

Sie markierten den Zement mit radioaktiver Phosphorsäure und füllten Kavitäten von extrahierten, kariesfreien Zähnen damit. Nach acht Tagen machten sie unterhalb der Füllung Querschnitte (keine Längsschliffe, wegen Gefahr der Kontamination). Die Impulse der einzelnen Schnitte wurden ausgezählt. Dabei zeigte sich eindeutig, daß ohne Schutzmittel Phosphorsäure ins Dentin eindringt. Schwankungen traten jedoch auf wegen verschiedenem Alter, Verkalkungsgrad und sonstiger Individualität der Zähne. Die Aktivitätsmenge war bei Schutzmittelapplikation herabgesetzt. Beste Ergebnisse zeigten Phosphatzement und Kapsidur, Liquid-Lining war mittelmäßig, Unifolien ergab keine Schutzwirkung.

Stüben (66) widmete der Dentinwunde und ihrer Versorgung große Aufmerksamkeit. Nach ihm liegt bei einer zentralen Kavität eines Molaren (15 qmm) eine Gewebswundfläche von ca. 20 Prozent Weichteilgewebe (3qmm) vor, was der Wundfläche bei der Vitalamputation desselben Zahnes entspricht. Bei vitalen Zähnen tritt dadurch Liquor aus, die Kavität eines frischen, nicht kariösen Zahnes stellt also eine sezernierende Wunde dar, die versorgt werden muß. Um Pulpenprotektionsmittel prüfen zu können, legte Stüben zentrale Kavitäten an Molaren, trennte die Krone so von der Wurzel ab, daß noch ein Millimeter Dentin verblieb und ließ die Dentinschnittfläche eine physiologische Kochsalzlösung berühren. Nach Applikation des Schutzmittels wurde das schädigende Agens eingebracht, bei Durchdringung traten Schlieren in der Kochsalzlösung auf (Schlierenmethode). So erwiesen sich Ätzmittel (Silbernitrat) und Reduktionsmittel (Hydrochinon) genauso als ungeeignet

wie Zinkchlorid (Gottlieb). Kieseisäureester und Fluorsalze hielt der Verfasser für pulpen-toxisch, Cervin-Reogan wurde von wasserlöslichen Farbstoffen und Zementsäure durchdrungen. Lacke waren kein ausreichender Schutz, da sie zement-säure- und monomerdurchlässig waren und durch ihr Lösungsmittel pulpentoxisch waren. Phosphat-zement hielt Stüben (66) in Pulpennähe für bedenkl-ich, während Zinkoxid - Nelkenöl wegen seiner kalmierenden und desinfizierenden Wirkung emp-fohlen wurde.

1966: Barber, Lyell und Massler (2) gingen auf die Effektivität der Applikation eines Kopal-Harz-Lackes ein. Sie brachten in ein-beziehungsweise mehrflächige Kavitäten den Lack einmal nur am Boden ein, zum anderen an den Wänden und Füllungs-rändern. Abgefüllt wurde mit Silberamalgamfüllung, die Zähne wurden bis nahe an die Kavitätenränder mit Wachs überzogen und eine Woche in radioaktiv markierter Natrium-Sulfat-Lösung ($\text{Na}_2^{35}\text{SO}_4$) be-ziehungsweise Calciumchlorid-Lösung ($^{45}\text{Ca Cl}_2$) und Toluidinblaulösung eingelegt. Schliffe der in Farbstoff gelegten Zähne wurden photographiert, die radioaktiv markierten 96 Stunden auf einen Film gelegt (Autoradiographie). Dabei zeigte sich ohne Schutzlack Durchdringung weit in das Dentin (bei jugendlichen Zähnen konstant, bei älteren je nach Sklerosierungsgrad verschieden). Wurde der Kopalharzlack nur am Kavitätenboden aufge-tragen, resultierte Durchdringung des Randspaltes und seltene Durchdringung des Dentins an den Appli-kationsgrenzen, wobei das Dentin unter dem Liner unberührt blieb. Bei totalem Ausstreichen mit Lack war nirgends eine Durchdringung zu erkennen. Die Verfasser stellten die wichtige Frage, wie lange

der gute Randschluß des Lackes anhalten würde.

Bartelt (4) hielt die Theorie der Phosphorsäureschädigung der Silikatzemente für die wahrscheinlichste. Mittels elektrometrischer pH-Messungen stellte er fest, daß die Silikat- und Steinzemente viel saurer reagieren als die Zinkoxidphosphatzemente. Zur Testung von Unterfüllungsmaterialien hängte er eine Glasröhre mit eingeschmolzener Glasfritte in Aqua destillata ein, der Filter wurde mit den diversen Protectionsmaterialien beschickt, darüber füllte er Phosphorsäure vom pH 3. Penetrierte Phosphorsäure änderte die Leitfähigkeit des Wassers (veränderter pH-Wert). Alle geprüften Lacke (Unifolan, Kapsidur, Poroclaustria, Isotec, Caviplast, Copalite, S.S. White-Lack) erwiesen sich, Isotec ausgenommen, als unzuverlässig. Thymozin, Phosphatzement und Dycal isolierten gut, Pulpal reichte nicht aus.

Mittels Autoradiographie (radioaktiv markiertes Calcium ^{45}Ca) stellte Dolven (19) den Einfluß von Copalite auf den Randabschluß fest. Ohne Liner sah er hochgradige Eindringung am Rand der Amalgamfüllung, wurde nur das Dentin lackiert, war die Penetration schon herabgesetzt. Strich man die ganze Kavität aus, war keine Durchdringung mehr festzustellen. Durch Ultraviolettlicht-Messungen ermittelte er eine Schichtdicke von 3-9 Micron für Copalite. Mit gefärbtem Lack wies er nach, daß dort, wo die Schicht in der Kavität unzusammenhängend war, das Material weit in die Dentintubuli diffundierte.

Eames und Hollenback (20) maßen die Schichtdicken verschiedener Liner und kamen zu dem Ergebnis, daß 15-20 Mikron wegen gefährdeter Retention der definitiven Füllung nicht überschritten werden dürfen.

Langeland L. und Langeland L.K. (37) legten tritiummarkierte Kunstharzfüllungen an Affenzähnen, extrahierten nach 83 Tagen und fertigten Schnitte an, die sie dann für Autoradiogramme und HE-Färbungen verwandten. An allen Zähnen, die sie vorher mit nicht genannten Schutzlacken überzogen hatten, stellten sie Penetration von Monomer fest.

Swartz, Phillips, Norman und Niblack (69) wandten eine ähnliche Versuchsanordnung wie Bartelt (4) an, um Phosphorsäuredurchdringung von Copalite, Dycal, Cavitec und Chembar zu ermitteln. Außerdem präparierten sie gesunde Molaren, legten in die lackierten beziehungsweise unterfüllten Kavitäten markierte Silikatfüllungen (radioaktiv markierte Phosphorsäure) und fertigten unterhalb Schnitte im Abstand von 0,5 mm an, die ausgezählt wurden. Copalite schützte nur mäßig, Dycal und Cavitec waren durch ihre neutralisierende Wirkung das Mittel der Wahl. Chembar zeigte bei den pH-Ver suchen ähnliche Ergebnisse wie Dycal. Wegen individueller Schwankungen traten bei den Dentinversuchen Unterschiede bis zu 100 Prozent auf.

1967: Dachi und Stigers (16) stellten durch klinische und mikroskopische Tests die Verminderung der Pulpenentzündung und Temperaturempfindlichkeit bei amalgamgefüllten Zähnen durch die Behandlung

mit Kopalharz fest.

Godt und Bössmann (23) machten Bakterienhemmhoftests mit 3M-Addent, einem selbsthärtendem Kunststoff. Sie untersuchten die toxische Wirkung des Füllungsmaterials und deren Verhinderung durch den Addent-Cavity-Liner (in Aceton gelöste Kunststoffe).

Der Liner selbst hemmte das Bakterienwachstum nicht (*Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*), wohl aber die unvermischten Addentkomponenten. Kunststofftestkörper erzeugten nach einmaligem Lacküberzug noch partielle Hemmhöfe, auch mehrmaliges Beschichten brachte keinen absoluten Schutz.

Histologische Untersuchungen und Pulpenreaktionen waren für Stanley, Swerdlow und Buonocore (64) der Maßstab für die Brauchbarkeit von 3M-Addent-Cavity-Vinyl-Copolymer-Liner no. 1930 unter dem 3M-Kunststoff. Klasse V-Kavitäten wurden teils ohne, teils mit Schutz gefüllt, innerhalb 1 - 127 Tagen erfolgte die Extraktion. Ohne Unterlage häuften sich mit der Liegedauer die Pulpenreaktionen, mit Liner fand man anfangs mehr, später jedoch keine beziehungsweise minimale Reaktion. Genügenden Schutz bildete der Lack nicht.

1968: In zwei einander entsprechenden Veröffentlichungen bewerteten Castagnola und Garberoglio (13 u. 14) Lacke und Cavity-Liner der konservierenden Zahnheilkunde. Sie unterschieden zwischen den typischen Lacken (Naturgummi oder synthetischer Gummi in organischen Lösungsmitteln) und den Lacken, die

Cavity-Liner genannt werden (Naturgummi, synthetischer Gummi mit Calciumhydroxid oder Zinkoxid in Suspension). Unter anderem wurde die Verringerung des Randspaltes durch diese Schutzmittel und die Dämpfung der Säureschädigung erwähnt. Bei tiefen Kavitäten wurde Calciumhydroxid- oder Zinkoxid-Eugenol-Unterfüllung und darüber Lackapplikation empfohlen, was die Randdurchlässigkeit der beiden Materialien herabsetzen soll. In Wasser, so schrieben die Verfasser, sind alle Protectionspräparate praktisch unlöslich, die Löslichkeit im Mundmilieu ist auf Zementunterlage unwahrscheinlich. Ein wiederholtes Auftragen hielten die Verfasser für wenig sinnvoll, sie verlangten zum Schluß die Erforschung der Auswirkungen der Schutzfilme auf die Pulpa.

Polystyrene, in Chloroform gelöst und mit Zusätzen von Zinkoxid und Calciumhydroxid prüften Clarke und Hampson(15) unter Silikatfüllungen. Intravital legten sie in lackierte Kavitäten Silikatfüllungen, nach 25 Tagen erfolgte Extraktion und Anfertigung mikroskopischer Schnitte. Die Pulpen zeigten keine Veränderungen, weil der Liner selbst keinen Einfluß auf das Zahnmark ausübte, die Calciumkomponente mit freier Phosphorsäure reagierte und Calciumphosphat fein verteilt im Lack-Film lag.

Durch Wägeversuche bestimmten Eichner, Lautenschläger und Radnoth (21) die Löslichkeit von Dentalzementen in Wasser. Folgende Formel galt dabei:
$$\text{Löslichkeit} = 100 \cdot \frac{\text{Gewicht der Probe 1h nach Anrühren}}{\text{Gewicht der Probe am Ende des Versuches.}}$$

Die Löslichkeit nahm mit der Zeit ab, wenn das Lösungsbad nicht gewechselt wurde. Folgende Faktoren

beeinflussen die Löslichkeit:

- 1.) Konzentration der Lösung
- 2.) Dauer der Auflösung
- 3.) Form der Präparatprobe
- 4.) Art der auflösenden Flüssigkeit
- 5.) Temperatur der auflösenden Flüssigkeit
- 6.) Oberflächenbeschaffenheit der Probe
- 7.) Turbulenz der lösenden Flüssigkeit
- 8.) Verhältnis Pulver: Flüssigkeit des Zementes.

Moffa, Razzano und Folio (42) empfahlen Copalite im Rahmen einer Stiftretentionverankerung wegen der Randspaltverringerng.

Diverse Dentinwundverbände erwähnte Motsch (43) in einem Artikel über Hilfsmittel und Medikamente in der konservierenden Zahnheilkunde zur Vorbereitung der Kavität für die endgültige Füllung. Er befand Vorbehandlung mit Zinkoxid-Eugenol, Calciumhydroxid, Cervin-Reogan oder mit Lacken, die Calciumhydroxid ausfällen, für gut.

1969: Blahova, Neumann und Vacek (7) präparierten bei Kindern 40 Zähne, die aus orthodontischen Gründen extrahiert werden sollten, für Mantelkronen. 20 Zähne wurden ohne Schutz, 20 mit Tector touchiert, 14 Tage im Mund belassen, dann extrahiert und histologisch untersucht. Kein Patient zeigte Spontanschmerzen, der Tectorfilm wurde nur auf der Okklusalfäche etwas verletzt. Auf den histologischen Bildern sah man bei unbehandelten Zähnen Vakuolen in der Odontoblastenschicht, die scharfe Grenze zwischen Prädentin und Odontoblasten war verletzt, Vakuolen waren im Pulpenzentrum feststellbar, Gefäße zeigten sich gefüllt mit

Blutkörperchen, und entzündliche Infiltrate traten hier und da auf. Die Bilder der lackierten Stümpfe unterschieden sich keineswegs vom normalen Zustand.

Nach Brännström (9) ist Dentin ein ebenso guter Isolator gegen Temperaturwechsel wie Unterfüllungszemente, eine Vertiefung der Kavität zur Zementapplikation ist also nicht motiviert. Außerdem verhindern Zemente "leakage" nicht, werden von Sekundärkaries rasch aufgelöst, schwächen die Retention der Füllung und enthalten pulpenirritierende Substanzen wie Phosphorsäure, Eugenol und Zinkchlorid.

Noxen werden im Dentinliquor der Dentinkanälchen transportiert, diese gilt es zu isolieren.

Der Autor empfahl Tubuli Tec: Polystyren-Chloroformlösung mit Calciumhydroxid, Zinkoxid, Dijodidthymol und Fluorsalz. An Hand histologischer Bilder wurde gezeigt, daß es die "leakage" und entzündliche Infiltrate verhindert.

Die Auswirkungen zweier Liner auf die Pulpen untersuchten Brännström und Nyborg (10) an histologischen Bildern von Zähnen, die aus kieferorthopädischen Gründen gezogen werden sollten. Bukkale Kavitäten kontralateraler Zahnpaare wurden mit folgenden Lacken behandelt:

Liner A (Tubuli Tec)

Calciumhydroxid	5 Teile
Zinkoxid	5 Teile
Polystyren	2 Teile
Calciummonofluorphosphat	2 Teile
Dijodidthymol	1 Teil
Chloroform ad 100	

Liner B (nach Zander)

Calciumhydroxid	5 Teile
Zinkoxid	5 Teile
Polystyren	2 Teile

Chloroform ad 100

Die definitive Füllung war entweder Amalgam (Liegedauer 1 Monat) oder Silikatzement (1 Woche). Es traten keine nennenswerten Unterschiede bei Verwendung von Liner A oder Liner B auf, ebenso nicht bei Amalgam oder Silikatfüllung. Dijodidthymol und das Fluorsalz irritierten also die Pulpa nicht.

Meyer zu Natrup (41) führte die Imprägnierung von Kronenstümpfen mit Tector durch, was einen schnell trocknenden und gut haftenden Film ergab. Die unbedingte Gewebeverträglichkeit erprobte der Verfasser im Eigenversuch. Gab er Tector auf kleine Wunden am Finger, wurde der Schmerz sofort gestillt, die Wunde heilte in kurzer Zeit. Ebenso wurde die Fähigkeit der Säureneutralisation hervorgehoben.

Die marginale Durchdringung von Silberamalgamfüllungen maßen Stark, Nicholson und Soelberg (65). Sie lackierten Kavitäten mit Copalite beziehungsweise N-butyl-cyano-acrylat, füllten ab und legten die Zähne in Natriumfluorid oder in mit radioaktivem Kohlenstoff (^{14}C) markierte Glukoselösung. Von den fluorbehandelten Zähnen wurden Schnitte gemacht, die unter ultraviolettem Licht betrachtet wurden, die radioaktiv markierten wurden autoradiographisch untersucht. Bei Fluorbehandlung zeigten einige Zähne Randdurchdringung, generell aber waren die Ränder unversehrt, auch wenn man den pH-Wert des Lösungsbadess änderte. Die Auswertung der radioaktiv markierten Zähne ergab eine Randspaltdurchdringung

aller Silberamalgamfüllungen, es war jedoch nur eine qualitative Aussage möglich. Es wurde vermutet, daß die Cyanoacrylatfilme sich im Mundmilieu auflösen und der Randspalt so größer wird.

Kobes und Brückner (34) versorgten extrahierte Kronenstümpfe mit Copalite, 25-prozentigem Silbernitrat, das mit Hydrochinon reduziert wurde, und einer selbst entwickelten Substanz.

Mit Sudan III gefärbtes Monomer wurde den Zähnen im Tauchverfahren appliziert, anschließend wurden Schliffe zur Betrachtung im Auflichtmikroskop angefertigt. Dabei wurden die Penetrationsgrade so unterteilt:

- 1.) nicht eingedrungen
- 2.) schwach beziehungsweise stellenweise eingedrungen
- 3.) stark eingedrungen

Ergebnisse:

Nullversuch ohne Lack:

1 : 0 % 2 : 25% 3 : 75%

Silbernitrat und Hydrochinon:

1 : 50% 2 : 50% 3 : 0 %

Copalite:

1 : 50% 2 : 50% 3 : 0 %

Copalite bei Verwendung anderer Zähne:

1 : 75% 2 : 23% 3 : 2 %

Andere Zähne ohne Lack:

1 : 65% 2 : 35% 3 : 0 %

In einer zweiten Serie wurden die Zähne in radioaktiv markiertes Monomer getaucht, Schliffe dienten zur Anfertigung von Autoradiogrammen.

Ergebnisse: ohne Schutz

1 : 55% 2 : 0 % 3 : 45%

Silbernitrat und Hydrochinon:

1 : 70% 2 : 10% 3 : 20%

Copalite:

1 : 70% 2 : 20% 3 : 10%

eigener Lack:

1 : 78%

Die Verfasser hielten die Lacke bei günstigen Mundhöhlenbedingungen für besser geeignet als im Versuch.

Plant und Tyas (51) maßen den pH-Wert von Dropsin, S.S. White Cavity Lining, Zinkoxid-Phosphat-Zement und Zinkoxid-Eugenol-Zement. Sie fanden keine direkte Beziehung zwischen dem pH-Wert der Liner während des Aufbringens und den Veränderungen, die sie in der Pulpa hervorriefen. Die Wasserabsorption der Schutzmittel wurde für die Pulpenirritation und Pulpitis verantwortlich gemacht.

Brännström und Nyborg (11) wiesen mit Hilfe einer abgeänderten Gramfärbung nach, daß in Kavitäten, die mit Tubuli Tec isoliert wurden, nach 1 - 4 Wochen intravitaler Liegedauer keine Bakterien am Kavitätenboden vorhanden sind. Bei Applikation von Silikatzementen und Composites ohne Tubuli Tec - Schutz waren dagegen immer Bakterien nachzuweisen.

Mit Untersuchungen von Unterfüllungswerkstoffen befaßte sich Demmel (18). Er stellte folgende Forderung an einen Pulpenschutz:

- 1.) keine Pulpaschädigung durch chemische und thermische Reize
- 2.) keine Schädigung der Deckfüllung
- 3.) Beständigkeit
- 4.) keine Beeinträchtigung der Kavitätenform
- 5.) Festigkeit

6.) Haftung

7.) Einfache Verarbeitung

Die Isolation gegen Säure wurde mit einer Methode geprüft, die der von Bartelt (4) ähnlich ist. Neben verschiedenen Zementen, von denen sich nur ein Zinkoxid-Eugenol-Präparat als schlecht erwies, standen Tector, Unifolan und De Treys New Cavity Lining zur Überprüfung an. New Cavity Lining erwies sich als säuredicht, Unifolan verzögerte zwar den Säuredurchtritt, konnte ihn aber nicht verhindern. Der Lackfilm von Tector war so dünn, daß er selbst bei 80-facher Vergrößerung unter dem Mikroskop nur schwer feststellbar war. Die Säure trat sofort und ungehindert hindurch.

In Hinblick auf Wärmedämmung stehen die Zemente dem Dentin sehr nahe. Farbstoffdiffusionsversuche zeigten die Dichte von Cavity Lining, Tector ließ schon nach Sekunden Farbstoff durchtreten, bei Unifolan Super dauerte es ein bis zwei Minuten.

In einer Schlußbetrachtung ging Demmel auf den Nachteil ein, der allen Zementen anhaftet: die Raumbeanspruchung. In flachen Kavitäten ist New Cavity Lining indiziert.

C) Zusammenfassung der Methoden und Ergebnisse der
Autoren in chronologischer Reihenfolge der Ver-
öffentlichungen und kritische Beurteilung der
Methoden

In der folgenden Tabelle werden nur die Autoren er-
wähnt, die die untersuchten Lacke deklarierten. Außer-
dem wird auf die Aufzählung von Veröffentlichungen ver-
zichtet, in denen Pulpenschutzmittel ohne Untersuchung
empfohlen werden.

<u>Verfasser</u>	<u>Methode</u>	<u>Noxe</u>	<u>getestete Substanzen</u>	<u>Ergebnisse</u> (+ = dicht - = undicht)
Schulz (60)	Lackmuspapier als Indikator	$(H_3PO_4 = \text{Phosphorsäure})$ (MME = Methacrylsäure-methylester)		
Passow (48)	gefärbter MME, Diffusion in Tonzellen	H_3PO_4 MME	Lacke, Protector	Lacke reichen nicht aus
Schubert (59)	gefärbter Silikatzement in Kavitäten, histologische Schnitte	H_3PO_4	Kunstharzlack (Lupolen) Kieselsäureester	+ -
Spreter von Kreudenstein (63)	Farbstoffdiffusion Hundekavitäten, histologische Schnitte	MME	Toluol Obturator Imprägnol Phosphatzement Imprägnierung n. Gottlieb Lacke Folien Verkieselung	- - - + + - - -
Meigatter (40)	Pulpenreaktionen		Guttapercha in Chloroform	+
Reich (56)	Farbstoffdiffusion, extrahierte Zähne, histologische Schnitte	MME	Zahnlacke Cervin	-

<u>Verfasser</u>	<u>Methode</u>	<u>Noxe</u>	<u>getestete Substanzen</u>	<u>Ergebnisse</u>
Dausch (17)	Füllung intravital histologische Bilder	MME	Imprägnierung nach Gottlieb Adhasivlack De Trey weicher Phosphatzement	- - +
Kalden (29)	Farbstoffdiffusion, histologische Schnitte	MME	Unifolan	+
Kalden Wetter (33)	Aushärtung von Füllung unter Unifolanfilm Diffusionstest Farbstoffdiffusion u. histologische Bilder	H ₃ PO ₄ MME	Unifolan	+
Rautmann Ritze (55)	Füllung intravital, Extraktion, Histologie	MME	Petrolätherpolyiso- butylenlösung Polyvinylacetat in Chloroform	+ (pulpenfern) + (pulpenfern)
Zacharias (72)	Lösungsversuche	H ₃ PO ₄ Salzsäure Schwefelsäure Salpetersäure	Unifolan	+
Norman, Swartz Phillips (45)	Auflösungsversuche nach ADA-Spezifikation	Wasser	Zemente	

<u>Verfasser</u>	<u>Methode</u>	<u>Noxe</u>	<u>getestete Substanzen</u>	<u>Ergebnisse</u>
Plischka (56)	Test der Sensibilität an Patienten	H ₃ PO ₄	Perudent	+
Arnold (1)	Füllung intravital, Hundezähne, Histologie	H ₃ PO ₄ MME	Cervin-Reogan	+
Newcomer (44)	Diffusion mit radioaktiver Phosphorsäure durch Lack, darunter absorbierendes Papier	H ₃ PO ₄	Kapsidur Unifolan	+ +
Heuser, Lammerl (27)	Füllung intravital, Vitalitätsproben, Histologie	H ₃ PO ₄	Unifolan Cervin-Reogan Methode nach Robicsek	- - +
Ketterl (34)	Indikatorpapier	H ₃ PO ₄	Dasmovit	+
Lederer, Habryka (38)	Mikrofilme, auf die Mineralsäure einwirkt	H ₃ PO ₄		
Pappas, Massler (47)	Füllung intravital, Histologie	H ₃ PO ₄	Copalite, Cadrox, Handi-Liner - Calziumhydroxid, Pulpdent-Paste Pulpdent-Liquid, Phenol Chembar, Zinkoxid-Eugenol-Zement	- {+} {+}

<u>Verfasser</u>	<u>Methode</u>	<u>Noxe</u>	getestete <u>Substanzen</u>	<u>Ergebnisse</u>
Plischka (53)	Papiertransparenz- Methode	WME	Kri-Lack Unifolan Resinex Polyvinylchlorid	- + + -
Barrie, Gillings Buonocore (3)	Farbstoffdiffusion, Histologie	H ₃ P ₀ ₄	Eastman 910 Zinkoxid-Eugenol-Zement Phosphatzement	+ - -
Going (33)	Farbstoffdiffusion, Histologie, Autoradio- graphie	Silber- amalgam	Copalite	+ in Verbindung mit Zinkoxid-Eugenol
Heuser (26)	Füllung intravital, Pulpenreaktion, Histologie	H ₃ P ₀ ₄	Cervin-Reogan Unifolan, Kapsidur Zinkoxid-Nelkenöl-Zement	- + +
Pantke, Lehmann, Graul (46)	radioaktiv markierte Schnitte, die ausgezählt wurden	H ₃ P ₀ ₄	Phosphatzement, Kapsidur Liquid-Lining Unifolan	+ mittelmäßig -
Stüben (66)	Schlierenmethode	H ₃ P ₀ ₄ WME	Silbernitrat, Hydrochinon Gottlieb-Imprägnierung Kieselsäureester Fluorsalze, Lacke Phosphatzement Zinkoxid-Nelkenöl	- - - - - +

<u>Verfasser</u>	<u>Methode</u>	<u>Noxe</u>	<u>getestete Substanzen</u>	<u>Ergebnisse</u>
Barber, Lyell Messler (2)	Farbstoffdiffusion, Autoradiographie	Silberamalgam, radioaktiv mar- kirtes Calcium, radioaktiv mar- kirtes Natrium- sulfat, Toluidinblau	Kopalharzlack	+
Bartelt (4)	Diffussion durch Glas- fritten, pH-Messung	H ₃ PO ₄	unter anderem: Unifolan, Kapsidur Copalite, S.S.White Lack	- -
Dolven (14)	Autoradiographie, UV-Messungen	Silberamalgam radioaktiv mar- kirtes Calcium	Copalite	+
Massler, Mansukhani (39)	Gips mit Indikator, darauf Lack	H ₃ PO ₄	unter anderem: Silicone Chembar Copalite Cavitec	- - - +
Bergmann, Sörenmark (5)	radioaktiv markiertes Natrium, Autoradio- graphie	Natriumchlorid 2% Na Cl	Howes'sche Lösung + Eugenol phenol Impraegnel Copalite	- - - -
Swartz, Phillips (67)	Calcium-Löslichkeit als Indikator	Essigsäure H ₃ PO ₄	Cavaseal Copalite Repelac	- - -

<u>Verfasser</u>	<u>Methode</u>	<u>Noxe</u>	<u>getestete Substanzen</u>	<u>Ergebnisse</u>
Going, Massler (24)	Autoradiographie	diverse Jonenlösungen	unter anderem: Copalite Chembar Mizzy-Poly-Liner	+ + +
Pelzer (50)	Pulpenreaktionen		Liquid-Lining	+
Swartz, Phillips, Chamberlain (68)	Diffusion durch Glasfritten, pH-Messungen	Essigsäure H_3PO_4 Natriumfluorid Natriumchlorid	Repelac, Copalite Cavaseal, Premier, Handliner	+ + +
Brännström (8)	Histologie	Silberamalgam	Tubuli Tec	+
Bertelmann (6)	Reaktionen der alterierten Pulpa	H_3PO_4	Zinkoxid-Eugenol Reogan Kapsidur, Unifolan	+ + +
Swartz, Phillips, Norman, Niblack (69)	wie Bartelt (4) Auszählen von Schnitten unter radioaktiven Silikatfüllungen	H_3PO_4	Copalite, Dycal, Cavitec, Chembar	- + (-)
Dachi, Stigers (16)	Klinische Tests, Histologie	Silberamalgam	Kopalharzlack	+
Godt, Büssmann (25)	Bakterienhemmhoftest	MME	3M-Addent-Cavity-Liner	-

<u>Verfasser</u>	<u>Methode</u>	<u>Noxe</u>	<u>getestete Substanzen</u>	<u>Ergebnisse</u>
Stanley, Sverdlow, Buonocore (64)	Histologie, Pulpenreaktionen	MME	3M-Addent-Cavity-Liner	-
Clarke, Hampson (15)	Füllung intravital, Histologie	H ₃ PO ₄	Tubuli Tec	+
Blahova, Neumann, Vacek (7)	Lacküberzug auf Kronenstümpfe	Mundmilieu	Tector	+
Brännström (9)	Histologie		Tubuli Tec	+
Brännström, Nyborg (10)	Histologie	Silberamalgam H ₃ PO ₄	Tubuli Tec	+
Meyer zu Natrup (41)	Eigenversuch	H ₃ PO ₄	Tector	+
Stark, Nicholson, Soelberg (65)	Autoradiographie UV-Messungen	Silberamalgam Natriumfluorid radioaktiv markierter Kohlenstoff	Copalite	- Randdurchdringung
Kobes, Brückner (34)	Farbstoffdiffusion, Histologie, Autoradiographie	MME	Copalite Silbernitrat Eigene Prüfsubstanz	- - -

<u>Verfasser</u>	<u>Methode</u>	<u>Noxe</u>	<u>getestete Methoden</u>	<u>Ergebnisse</u>
Brännström; Nyborg (11)	abgeänderte Gramfärbung	Bakterien	Tubuli Tec	+
Demmel (18)	wie Bartelt (4) Farbstoffdiffusion	H ₃ PO ₄	Unifolan Tector New Cavity Lining	- -

Ein Überblick über die Methoden, die von anderen Autoren benutzt wurden, zeigt, daß quantitative Aussagen bei Penetrationsversuchen nur schwer und selten möglich waren. Histologische Untersuchungen von Farbstoffdiffusion, von Pulpenreaktionen und zusätzlichen Vitalitätsproben führen ebenso wie autoradiographische Methoden zu qualitativen Ergebnissen, eine quantitative Auswertung wird immer subjektiv bleiben. Histologische und autoradiographische Untersuchungen an Zähnen werden außerdem erschwert durch die Individualität der Zähne (Alter, Verkalkungsgrad und anderes mehr), wie aus der Literaturübersicht hervorgeht.

Phantomversuche mit Farbstoffindikatoren, Bakterienhemmhöfen, die Schlierenmethode und Papiertransparenzmethode umgehen zwar die letztgenannte Schwierigkeit, sind aber auch nur qualitativ.

Die Methode von Kalden und Wetter (33), Glasröhrchen mit Mikrofilmen aus den Lacken zu verschließen, mit Säure oder Monomer zu füllen und auf die Pulverkomponente zu stellen, läßt sich nur auf die wenigsten Lacke anwenden: Sie sind oft so dünnflüssig, daß sich beim Trocknen kein zusammenhängender Film ergibt.

Auszählung von Dentinschnitten unter radioaktiv markierten Füllungen läßt gewisse quantitative Unterscheidungen zu, doch muß auch hier wieder mit individuellen Schwankungen gerechnet werden.

Phantomdiffusionsversuche mittels Glasfritten und elektrometrische pH-Wertmessungen sind quantitativ auszuwerten, es kann jedoch nur die Penetration von Ionen gemessen werden, nicht die des Methacrylsäuremethylesters.

Newcomers (44) Methode, durch Lack penetrierte, radioaktiv markierte Phosphorsäure auf absorbierendem Papier zu sammeln und auszuzählen, ist auch für Monomer zu verwenden, das mit Tritium markiert wird. Quantitativ ist dieses Vorgehen auswertbar.

Die Auflösung der Lacke und Zemente in den verschiedensten Lösungsmitteln wird von allen Autoren durch Wägeversuche bestimmt, welche eine qualitativ und quantitative Aussage ermöglichen.

Die oben aufgeführte tabellarische Übersicht der Ergebnisse anderer Autoren soll den kritischen Vergleich mit den eigenen aufhellen.

D) PRÜFUNG DER PULPENSCHUTZMITTEL

1.) Begründung der eigenen Methode

Um subjektives Empfinden von Patienten, subjektive Auswertung und Individualität der Zähne auszuschalten, sollen Durchdringung und Auflösung der Lacke in dieser Arbeit an Hand von Modellversuchen geprüft werden. Eine quantitative Aussage soll möglich sein, um die Pulpenschutzmittel untereinander vergleichen zu können.

Mit radioaktiver Phosphorsäure (^{32}P) und mit tritium - markiertem Monomer wird die Durchdringung gemessen.

Zur Bestimmung der Auflösung in Phosphorsäure und Monomer werden die Gewichtsverluste der Lacke nach Einwirken der Noxen bestimmt. Eine nähere Beschreibung von Versuchsaufbau und - Durchführung findet sich im Kapitel "Prüfung der Pulpenschutzmittel".

2.) Fragestellung

Pulpenschutzmittel sollen sehr viele Forderungen erfüllen, wie aus den Arbeiten von Kalden (29), Plischka (52), Going (24) und Demmel (18) hervorgeht. Die wichtigste Eigenschaft ist wohl der zuverlässige Schutz gegen chemische Reize von Füllungsmaterialien (Phosphorsäure und Methacrylsäuremethylester). Vor der Anwendung am Patienten müssen also alle Kavitätenschutzlacke auf dieses wichtige Kriterium hin untersucht werden. Ein sicherer Schutz gegen die Noxen der Füllung sind sie dann, wenn sie von Säure und Monomer nicht aufgelöst und durchdrungen werden. Neben der Testung der Schutzfunktion der Lacke sollte auch geprüft werden, ob Auflösungs- und Durchdringungsversuche gleiche oder ähnliche Ergebnisse

bringen. In diesem Falle könnte man bei zukünftigen Arbeiten auf den großen apparativen Aufwand bei Durchdringungsversuchen verzichten und allein die Löslichkeit als Aussage heranziehen.

- 3.) Folgende Protektionsmittel sollen in dieser Arbeit geprüft werden, wobei sich Liner von Lacken dadurch unterscheiden, daß sie Calciumhydroxid enthalten.

<u>Präparat</u>	<u>Zusammensetzung</u>	<u>Indikation</u>
1.) Cervin	Magnesiumsilico-fluoridlösung	Desensibilisierung, Pulpenschutz (mechanische, chemische, thermische Reize, Kariesprophylaxe)
2.) Copalite	Kopalgummi, Harzstern, Kunstharz, Chlorbutanol	<u>Säureschutz</u> , thermischer Schutz, Isolator
3.) Dasmocol	nicht angegeben	Pulpenschutz für temporäre Arbeiten auf lebenden Stümpfen mit selbsthärtenden Kunststoffen (<u>Acrylate</u>)
4.) Dasmovit	auf Kunststoffbasis	Schutz gegen <u>Säuren</u> aus Phosphatzement und Silikatzement und gegen Verfärbungen bei amalgamgefüllten Zähnen.
5.) DFL-Kavitäten-lack	nicht angegeben	<u>Säureschutz</u>
6.) Impraegmol	nicht angegeben	Schutz gegen <u>Silikat-</u> , <u>Kunststofffüllungen</u> , gegen überempfindliche Zahnhälse, Touchierung von Zahnstümpfen

7.) Kavital	flüssige Chlorapercha, Kohlenwasserstoffe, antiseptische Zusätze, balsamische Harze	Reinfektionsschutz Dentin- und Pulpenschutz unter <u>Silikat- und Phosphatzement</u> , Schleimhautschutz, flüssiger Cofferdam, Quellflüssigkeit für Guttaperchastifte
8.) LL-Liquid-Lining	flüssiger Cofferdam	Pulpenschutz gegen <u>Zementsäuren</u> , Monomere, thermische Reize und bakterielle Invasion Schleimhautschutz bei Unterfütterungen zur Trockenlegung des Operationsfeldes Abdecklack für kleine Wunden, Amalgamfüllungen, Inlays
9.) Tresiolan	Siloxanesterverbindungen	Desensibilisierung, Schutz gegen <u>Zeant-säuren</u> , Verkieselung kariösen Dentins
10.) Tubuli Tec	Zinkoxid, Calciumhydroxid, Calciummonofluorophosphat, Polystyrene Dijodid-Thymol Chloroform	Isolierung unter Amalgam, <u>Zementsäuren</u> , <u>Composites</u> , gegen Bakterienwachstum

4.) Schilderung der eigenen Methode:

4.1. Löslichkeitsversuche - Versuchsaufbau und Durchführung:

Der Gewichtsverlust der Lacke wurde mit einer Analysenwaage bestimmt, nachdem sie einem Lösungsbad, bestehend aus Orthophosphorsäure (85-prozentig, auf das 10-fache verdünnt) und Methacrylsäuremethylester ausgesetzt worden waren.

Dazu wurden die Lacke auf einseitig aufgerauhte Objektträger gestrichen, ein Rand von 3 Millimeter wurde frei gelassen, damit beim Anfassen der

Objektträger mittels Pinzette die Lackschicht keine Schäden erlitt. Dünnschmelzmittel (Impraegmol, Kavital, Cervin und Tresiolan) wurden dreimal aufgetragen, um meßbare Werte zu erhalten und Wägefehler (Ungenauigkeit der Waage, Ablesungenauigkeit) auszuschalten. Je zehn Objektträger wurden für die Versuche mit Phosphorsäure und Monomerflüssigkeit beschichtet, um Mittelwerte errechnen zu können.

Nach einer Trocknungszeit von zwei Stunden (Kavital brauchte sehr lange) wurden die zehn Proben eines Lackes in Färbeküvetten (Histologie) eingehängt, die mit Phosphorsäure beziehungsweise Monomerflüssigkeit gefüllt waren. Alle 1, 3, 6 und 24 Stunden wurden die Proben entnommen, bis zur Gewichtskonstanz getrocknet und gewogen. Die Genauigkeit der Waage war 10^{-5} Gramm.

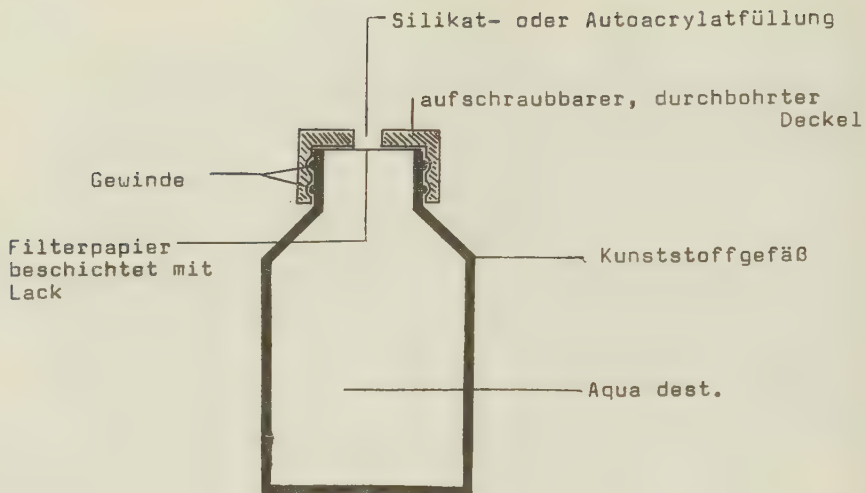
Während des Versuchs wurden die Küvetten bei 37°C aufbewahrt.

Folgende Wägungen wurden vorgenommen:

- 1.) Gewicht des unlackierten Objektträgers
- 2.) Gewicht des lackierten Objektträgers
- 3.) Gewicht des lackierten Objektträgers nach 1h
- 4.) Gewicht des lackierten Objektträgers nach 3h
- 5.) Gewicht des lackierten Objektträgers nach 6 h
- 6.) Gewicht des lackierten Objektträgers nach 24 h

Die Differenz 2 - 1 ergab das Gewicht des Lackes, die Differenzen 3 - 1, 4 - 1, 5 - 1 und 6 - 1 das Gewicht nach 1, 3, 6 und 24 Stunden. Unbeschichtete Glasplatten zeigten bei beiden Versuchsreihen keine Gewichtsverluste.

4.2. Penetrationsversuche - Versuchsaufbau und Durchführung:



Die Schraubverschlüsse von kleinen Kunststofffläschchen (20 ml) wurden in der Mitte durchbohrt (Querschnitt 0,8 cm). Lackbeschichtetes Hartfilterpapier wurde so kreisrund ausgestanzt, daß es genau in die Verschlüsse paßte und beim Zudrehen fest zwischen Fläschchen und Deckelunterseite eingepreßt wurde. Zugleich wurde der Rand mit Klebstoff versiegelt. Die Gefäße wurden mit Aqua dest. gefüllt, zugeschraubt und die Silikat- beziehungsweise Kunststofffüllung in das ausgebohrte Deckelloch appliziert. Mit den Pulpenschutzmitteln wurden je zehn Filterpapierscheiben für Silikat- beziehungsweise Kunststofffüllung beschichtet, zur Ermittlung von Standardwerten wurde die Füllung auf unbeschichtete Filter gelegt.

Die Silikatfüllungen wurden mit radioaktiver Phosphorsäure, die Kunststofffüllungen mit tritiummarkiertem Monomer markiert (Eppendorf-Mikropipetten).

Bei Applikation der Zemente wurde nach einem, sechs und zwölf

Tagen je ein halber Millimeter Aqua dest. abpipetiert, bei den Kunststoffüllungen nach einem, drei und sechs Tagen. Die Radioaktivität des Wassers wurde in einem Scintillationszählgerät ausgewertet.*

So konnte festgestellt werden, wieviel Phosphorsäure oder Methacrylsäuremethylester durch das beschichtete Filterpapier penetrierte. Diese Menge wurde in Relation gesetzt zu der, die durch unbeschichtetes Papier drang.

Um für jede Füllung gleiche Bedingungen zu erhalten (Verhältnis Pulver : Flüssigkeit), wurde mit Kapseln gearbeitet.

Während des Versuches lagen die Gefäße auf einer sich langsam drehenden Platte.

- 5.) Ergebnisse aus Löslichkeits- und Penetrationsversuchen nebeneinander dargestellt mit kritischem Vergleich der Ergebnisse untereinander und den Resultaten anderer Autoren. Die Präparate werden in alphabetischer Reihenfolge aufgeführt.

Um genügende Zählausbeute zu erhalten, wurde jede Silikatfüllung mit 3 Mikrocurie markiert, jede Autopolymerisatfüllung mit 40 Mikrocurie. Aus dieser vorgegebenen Radioaktivität läßt sich mit Hilfe der Standardwerte (Counts, die sich bei Applikation der Füllungen ohne Schutz des Filterpapiers ergeben) die Menge Restsäure und Restmonomer errechnen, die durch unbeschichtetes Papier drang. Durchschnittlich diffundieren 6,67 Mikroliter Silikatzementflüssigkeit als Restsäure und

*Für die Unterstützung bei der Durchführung der Penetrationsversuche sei an dieser Stelle Herrn Privatdozenten Dr. Dr. Walter Neupert vom Institut für physiologische Chemie der Universität München herzlich gedankt.

2,37 Mikroliter Restmonomer in die Kunststoffgefäße.
Im folgenden werden die Ergebnisse so dargestellt:
Löslichkeitsversuche: Die aufgelöste Substanz wird in Prozenten der ursprünglich auf die Objektträger aufgetragenen Lackmenge, die gleich 100% gesetzt wird, dargestellt. Und zwar in Zahlen und anschaulichen Kurven. Die jeweiligen Zahlen sind Durchschnittswerte aus zehn Versuchen.

$$\text{Löslichkeit} = L = \frac{\text{abgelöste Substanz (nach 1, 3, 6, 24h)}}{\text{ursprüngliche Substanz}} \cdot 100(\%)$$

Penetrationsversuche: Die durchschnittliche Anzahl der Counts, die in 0,5 ml des Aqua dest. bei Penetration durch unbeschichtetes Filterpapier nach einem Tag auszählen war, wird gleich 100 Prozent gesetzt. Der Durchschnitt der Counts (wieder je zehn Versuchsreihen) bei Penetration durch beschichtetes Papier wird in Prozenten dieses Standardwertes ausgedrückt, sowohl in Zahlen als auch in Kurven.

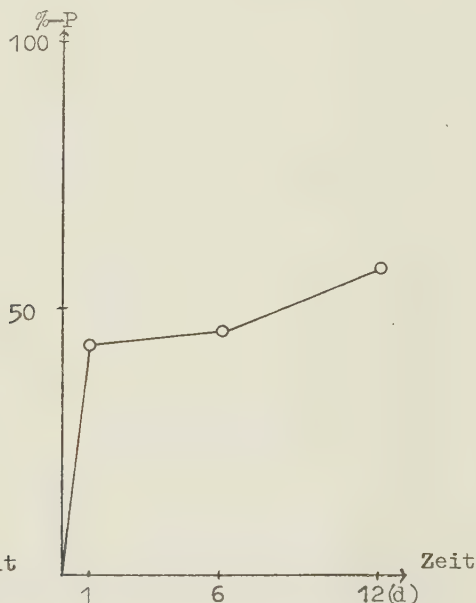
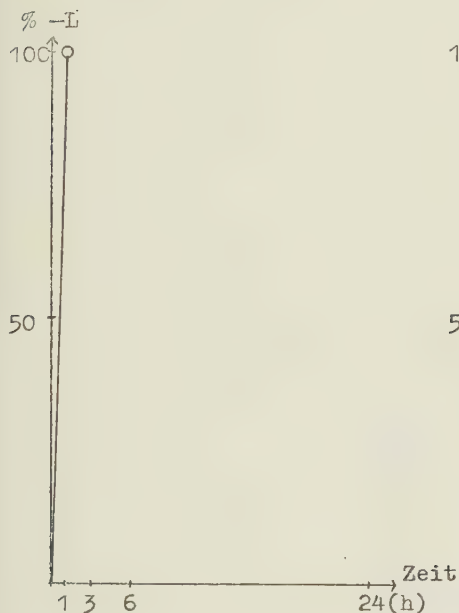
Pulpenschutzmittel wurden nur auf die Abdichtfähigkeit gegen die Substanz untersucht, deren Penetration sie laut Indikation verhindern sollen.

$$\text{Penetration} = P = \frac{\text{Durchschnitt der Counts mit Schutz}}{\text{Durchschnitt der Counts ohne Schutz am ersten Tag}} \cdot 100(\%)$$

Bei den folgenden Übersichten bedeutet h immer Stunden, d immer Tage. P steht für Penetration, L für Löslichkeit.

C E R V I N

Löslichkeit in Phosphorsäure:				Penetration durch die Restsäure:		
nach 1h	3h	6h	24h	nach 1d	6d	12d
100%	-	-	-	43%	46%	58%



In Orthophosphorsäure wird Cervin nach einer Stunde vollständig abgelöst. Das Schutzmittel wird schon am ersten Tag fast von der Hälfte der Restsäure durchdrungen, die ohne Schutz penetriert.

Löslichkeit und Penetration ergänzen sich in diesem Fall, besonders wenn man bedenkt, daß bei den Auflöserversuchen die Säureeinwirkung viel stärker war.

Cervin wurde als Schutz gegen Phosphorsäure von Arnold (1) positiv beurteilt, von Ketterl (34) und Heuser (26) negativ.

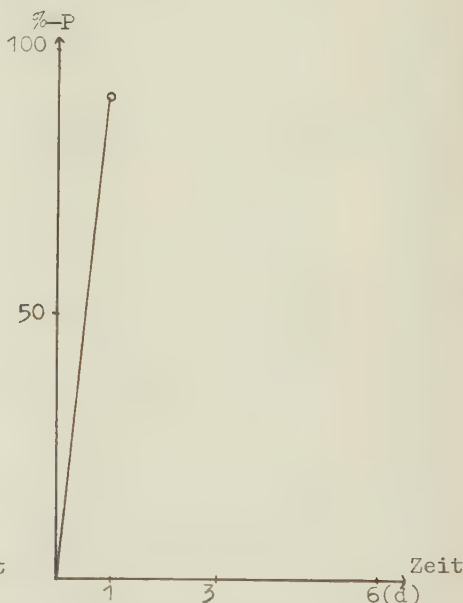
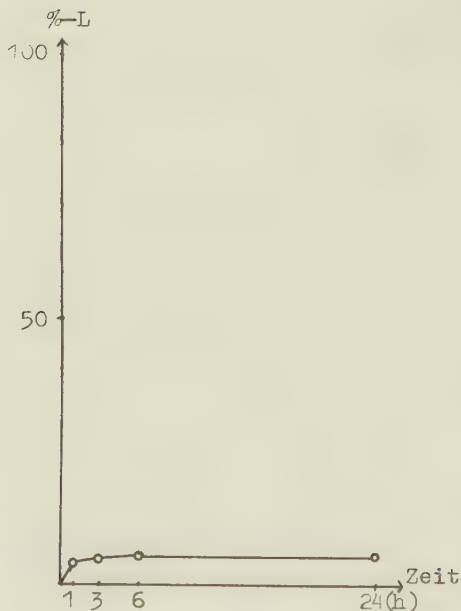
Die Ergebnisse dieser Arbeit stimmen also mit einem Teil der Autorenaussagen überein.

Löslichkeit in Monomer:

nach	1h	3h	6h	24h
	4%	5%	6%	6%

Penetration durch Restmonomer:

nach	1d	3d	6d
	91%	/	/



Cervin ist nach Packungsprospekt ein Schutz gegen chemische, mechanische und thermische Reize, Silikat- und Steinzementfüllungen werden nicht verfärbt, von Kunststoffüllungen ist nicht ausdrücklich die Rede. Deshalb wurden die Penetrationsversuche nach einem Tag abgebrochen, da nach dieser Zeit schon 91 Prozent des Restmonomeren durchgedrungen waren.

Zwischen Löslichkeit und Penetration besteht kein Zusammenhang. Der Pulpenschutz bietet also entweder keine ausreichende Barriere gegen Diffusion oder er kann die Poren des Filterpapiers nicht vollkommen verschließen.

Reich (56) fand Cervin-Touchierung unter Autoacrylaten ungeeignet, Arnold (1) befürwortete sie.

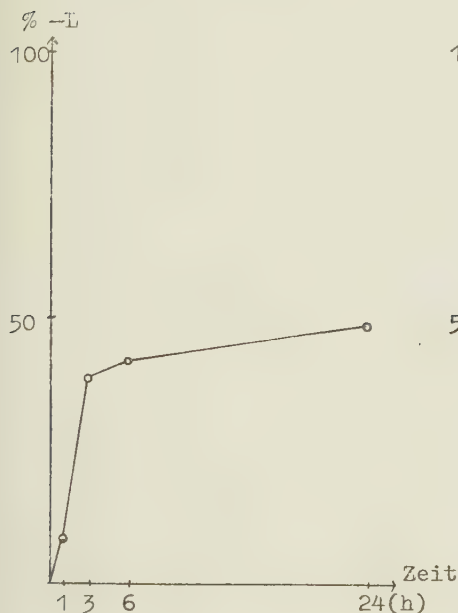
COPALITE

Löslichkeit in Phosphorsäure:

nach	1h	3h	6h	24h
	18%	38%	42%	48%

Penetration durch die Restsäure:

nach	1d	6d	12d
	23%	27%	33%



Copalite wird nach einem Tag fast zur Hälfte aufgelöst, Penetration vermag es nur einzuschränken.

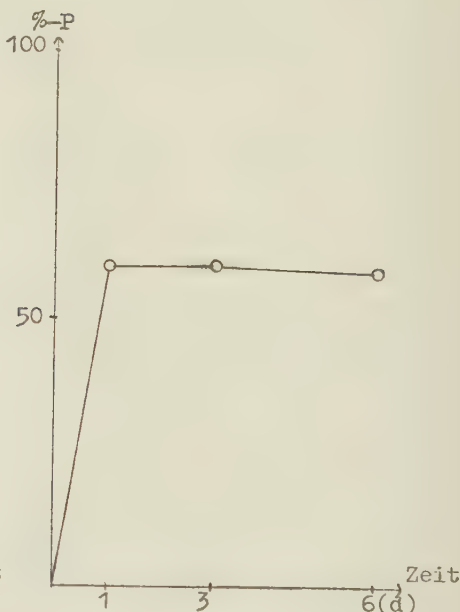
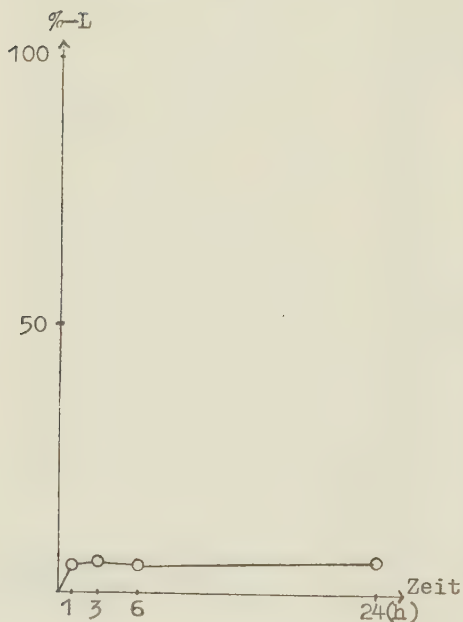
Die Ergebnisse aus Löslichkeit und Penetration sagen dasselbe aus. In der Literatur wird Copalite widersprüchlich beurteilt: Going und Massler (24), Swartz, Phillips und Chamberlain (68) und Dolven (14) fanden ausreichende Schutzwirkung, während Pappas und Massler (47), Massler und Mansukhani (39), Swartz und Phillips (67), Bergmann und Söremark (5), Bartelt (4), Swartz, Phillips, Norman und Niblack (69), Stark, Nicholson und Soelberg (65) und Kobes und Brückner (35) die ausreichende Schutzfunktion von Copalite nicht bestätigen konnten.

Löslichkeit in Monomer:

nach	1h	3h	6h	24h
	5%	6%	5%	7%

Penetration durch Restmonomer:

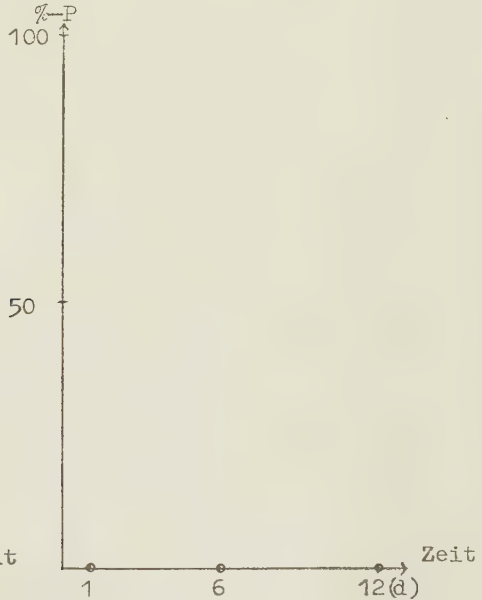
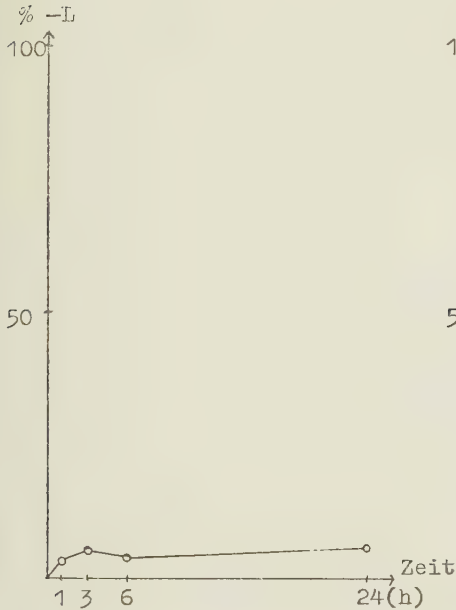
nach	1d	3d	6d
	61%	61%	59%



Die Ergebnisse der beiden Versuchsreihen stimmen nicht überein. Aufgelöst wird nur ein kleiner Teil, am ersten Tag penetrierten aber schon 61 Prozent des Restmonomeren. Dasmocol schneidet bei den Penetrationsversuchen mit Methacrylsäuremethylester zwar am besten ab, der dickflüssige Lack, der die Poren des Filterpapiers sicher gut verschließt, ist aber kein Hindernis für die Diffusion. Unter Umständen wird er vom Aqua dest. angelöst, das sich in den Reaktionsgefäßen befand. Dasselbe würde in Kavitäten sicher auch geschehen, da sie nach Stüben (66) eine Dentinliquor sezernierende Wunde darstellen. Vergleiche mit Ergebnissen anderer Autoren können hier nicht gebracht werden, da Dasmocol in der Literatur nicht erwähnt wurde.

D A S M O V I T

Löslichkeit in Phosphorsäure:					Penetration durch die Restsäure:			
nach	1h	3h	6h	24h	nach	1d	6d	12d
	3%	5%	4%	6%		0%	0%	0%

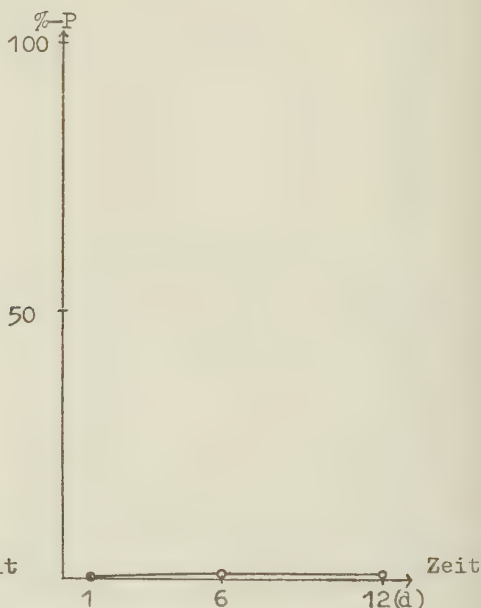
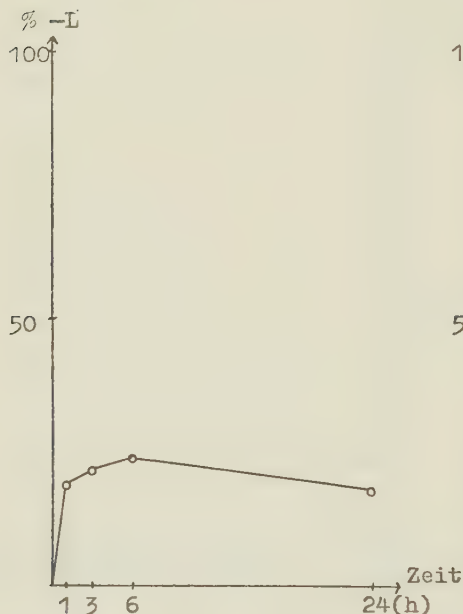


Löslichkeit und Penetration gehen parallel, Dasmovit kann also als sicherer Schutz gegen Restsäuren aus Zementen angesehen werden. Die 6 Prozent, die nach 24 Stunden in Lösung gingen, sind auf die massivere Säureeinwirkung bei den Löslichkeitsversuchen zurückzuführen.

In der Literatur ist bei Lederer und Habryka (38), den Herstellern von Dasmovit, von dessen guter Funktion als Pulpenschutz zu lesen.

DFL - KAVITÄTENLACK

Löslichkeit in Phosphorsäure:					Penetration durch die Restsäure:			
nach	1h	3h	6h	24h	nach	1d	6d	12d
	18%	21%	23%	17%		0%	1%	1%

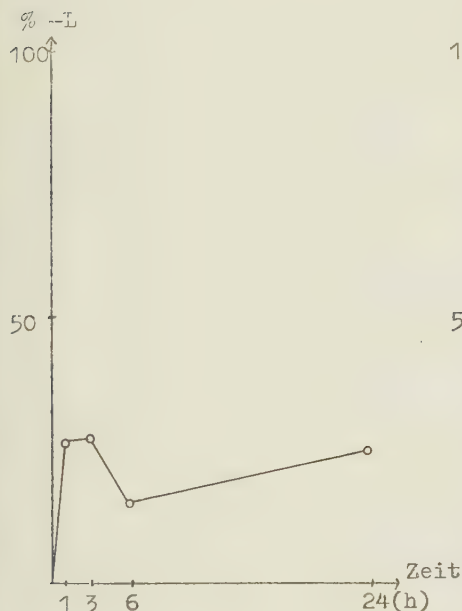


Die Löslichkeit zeigt größere Ausmaße als die Penetration (massive Säureeinwirkung). Letztere ist aber wohl das entscheidende Kriterium für die Dichte des Lackes, DFL-Kavitätenlack kann praktisch als ausreichender Schutz angesehen werden. Die verbleibenden 80 Prozent bei der Auflösung sind wahrscheinlich die Komponente des Lackes, die die Diffusion zu 99 Prozent behindert.

In der Literatur konnte über DFL-Kavitätenlack nichts gefunden werden.

IM P R A E G N O L

Löslichkeit in Phosphorsäure:					Penetration durch die Restsäure:			
nach	1h	3h	6h	24h	nach	1d	6d	12d
	26%	27%	14%	25%		32%	43%	51%



Die Resultate der beiden Versuchsreihen stimmen gut überein. Die Ergebnisse der Auflösung nach 6 Stunden sind unter Umständen auf einen Fehler bei der Trocknung zurückzuführen.

Impraegnol reduziert zwar den Säuredurchtritt, kann aber nicht als ausreichender Schutz angesehen werden.

Schubert (59) und Bergmann und Söremark (5) berichteten über Impraegnol Ähnliches.

Löslichkeit in Monomer:

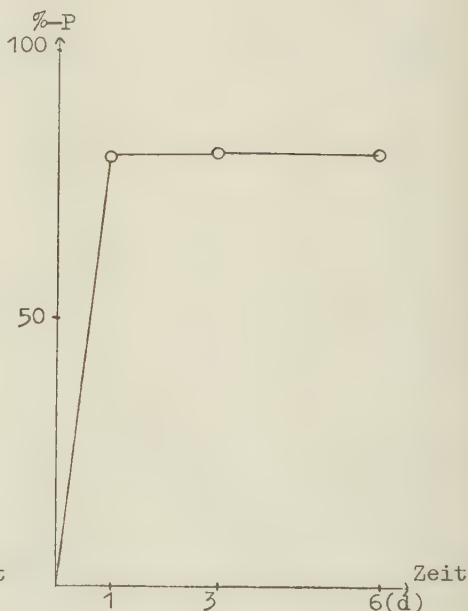
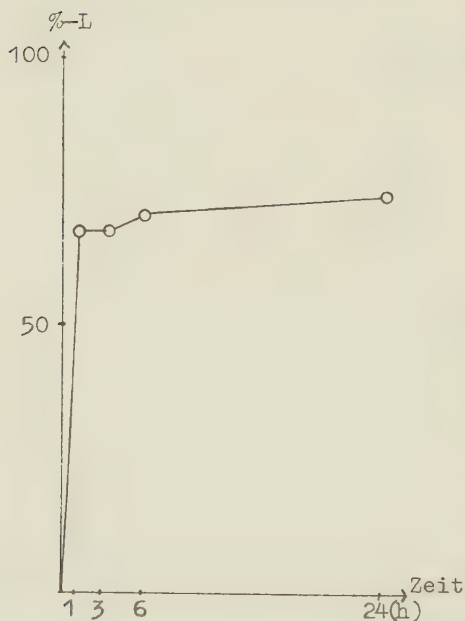
nach 1h 3h 6h 24h

68% 68% 72% 75%

Penetration durch Restmonomer:

nach 1d 3d 6d

81% 82% 81%



Von Monomer wird Impraeagnol fast gelöst, der größte Teil des Restmonomeren diffundiert durch die lackgetränkte Papierschicht. Beide Testmethoden schließen Impraeagnol als Schutz unter Kunststofffüllungen, die Methacrylsäuremethylester enthalten, aus.

Unter Autopolymerisaten wurde Impraeagnol von keinem der Autoren geprüft.

KAVITIL

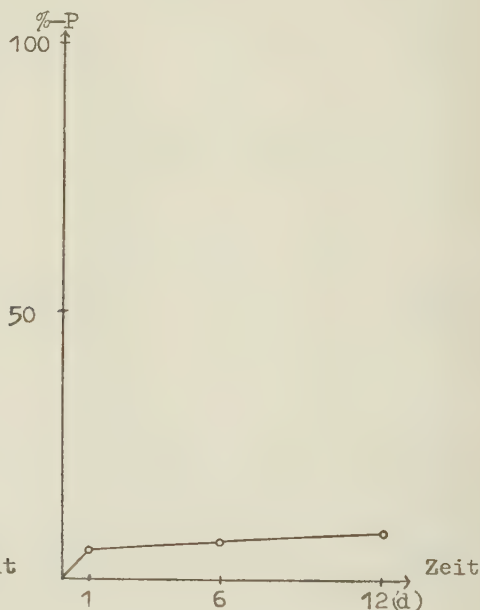
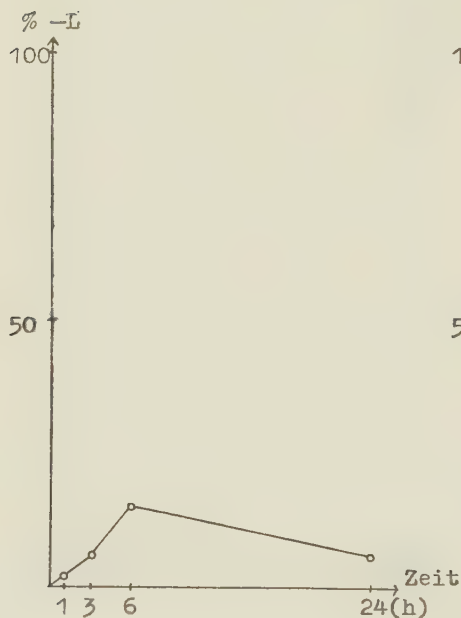
Löslichkeit in Phosphorsäure:					Penetration durch die Restsäure:			
nach	1h	3h	6h	24h	nach	1d	6d	12d
	17%	4%	9%	3%		22%	32%	39%



Daß die Löslichkeit im Laufe des Versuches abnimmt, kann an mangelnder Trocknung nach 3, 6 und 24 Stunden liegen. Die Penetrationsversuche zeigen aber, daß Kavital Säure nicht vollständig abhält und als Pulpenschutz ausscheidet. Außerdem braucht es zum Trocknen auf der Glasplatte sehr lange und wird sich aus diesem Grund auch kaum in Kavitäten anwenden lassen.

LIQUID LINING

Löslichkeit in Phosphorsäure:					Penetration durch die Restsäure:			
nach	1h	3h	6h	24h	nach	1d	6d	12d
	2%	6%	15%	6%		5%	7%	8%



Liquid Lining löst sich nur zu einem sehr geringen Teil und läßt auch nur maximal 8 Prozent der radioaktiven Phosphorsäure durchtreten. Beide Versuchsdurchführungen zeigen, daß dieser Schutzlack nur bedingt ausreichend ist, weil nicht sicher ist, ob die wenigen Prozente Restsäure die Pulpa unbeschadet lassen.

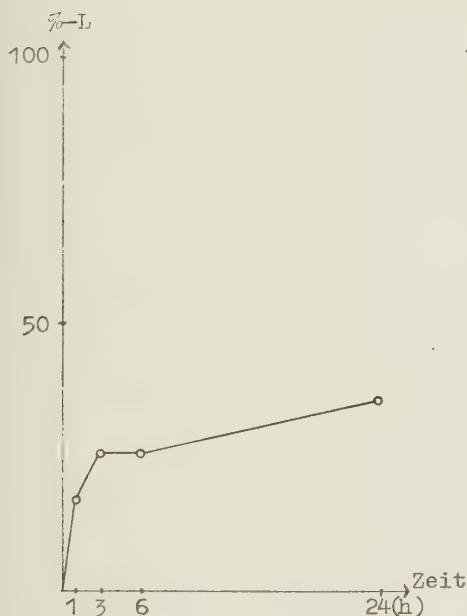
Pelzer (50) bewertete Liquid Lining positiv, Pantke, Lehmann und Graul (46) sprachen ihm mittelmäßige Eigenschaften zu.

Löslichkeit in Monomer:

nach	1h	3h	6h	24h
	17%	26%	26%	36%

Penetration durch Restmonomer:

nach	1d	3d	6d
	103%	103%	103%



Quantitative Übereinstimmung zwischen Löslichkeit und Durchdringung ist nicht vorhanden. Die verbleibenden 64 Prozent des Lackes nach der Auflösung sind nicht imstande, der Diffusion entgegenzuwirken.

Daß bei der Penetration durch das mit Liquid Lining getränkte Papier mehr als durch unbeschichtetes Papier drang, erklären vielleicht folgende zwei Thesen:

- 1.) Das penetrierende Restmonomer reagiert mit Lackkomponenten, wird dadurch hydrophiler und diffundiert schneller.
- 2.) Bei unbeschichtetem Filterpapier trifft das Monomer, das aus der Füllung diffundiert, sofort auf ein wasserfeuchtes Milieu, während es von Papier mit Lack, für den es ein Lösungsmittel ist, kontinuierlich abgegeben wird.

Löslichkeit in Phosphorsäure:

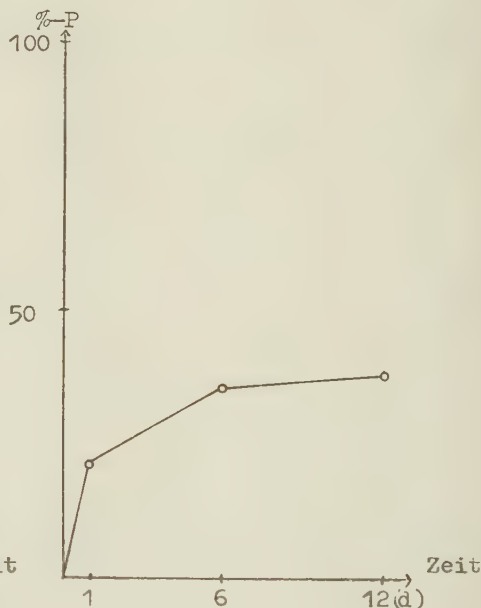
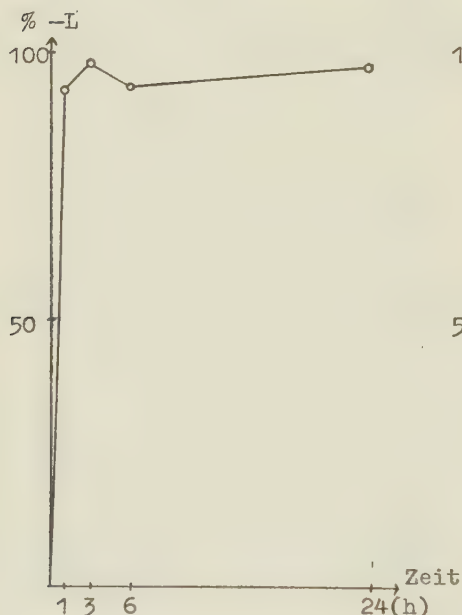
nach 1h 3h 6h 24h

93% 98% 94% 97%

Penetration durch die Restsäure:

nach 1d 6d 12d

21% 35% 37%

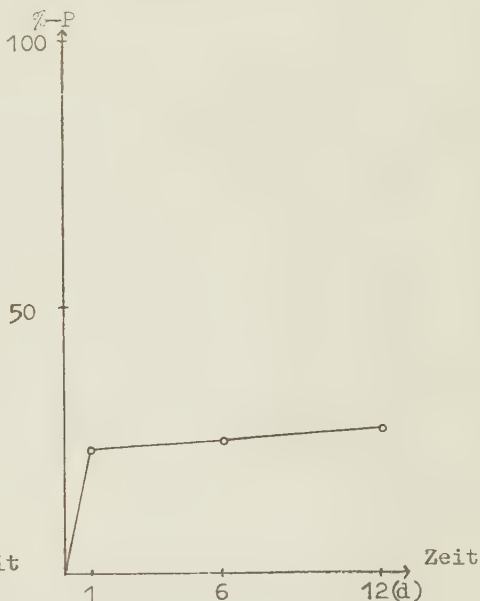
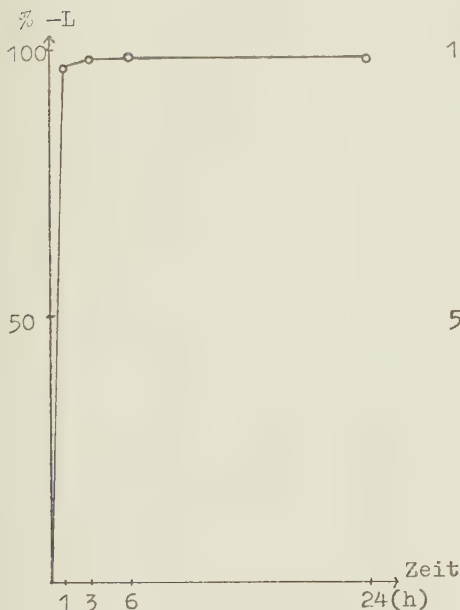


Die starke Löslichkeit ist wieder auf die massive Säureeinwirkung bei den Auflöserversuchen zurückzuführen, wo eine begrenzte Menge Lack einer großen Menge Säure ausgesetzt war.

Die Penetration der Restsäure macht aber die Unzulänglichkeiten des Pulpenschutzmittels offenbar. Da Tresiolan hauptsächlich ein Touchierungsmittel für überempfindliche Zahnhälse und ein Verkieselungsmittel für kariöse Defekte ist, ist in der Literatur hinsichtlich seiner Funktion als Pulpenschutz nichts zu finden.

TUBULI TEC

Löslichkeit in Phosphorsäure:				Penetration durch die Restsäure:		
nach 1h	3h	6h	24h	nach 1d	6d	12d
97%	98%	98%	98%	23%	25%	27%



Die Überaus starke Löslichkeit ist auf die massive Säure-einwirkung bei den Auflösungsversuchen zurückzuführen. Tubuli Tec enthält Calciumhydroxid, dies wird von einer unbegrenzten Menge Säure gelöst.

Daß auch unter einer Silikatfüllung der Film von Tubuli Tec auf dem Filterpapier die Restsäuren zum Teil diffundieren läßt, zeigen die Penetrationsversuche.

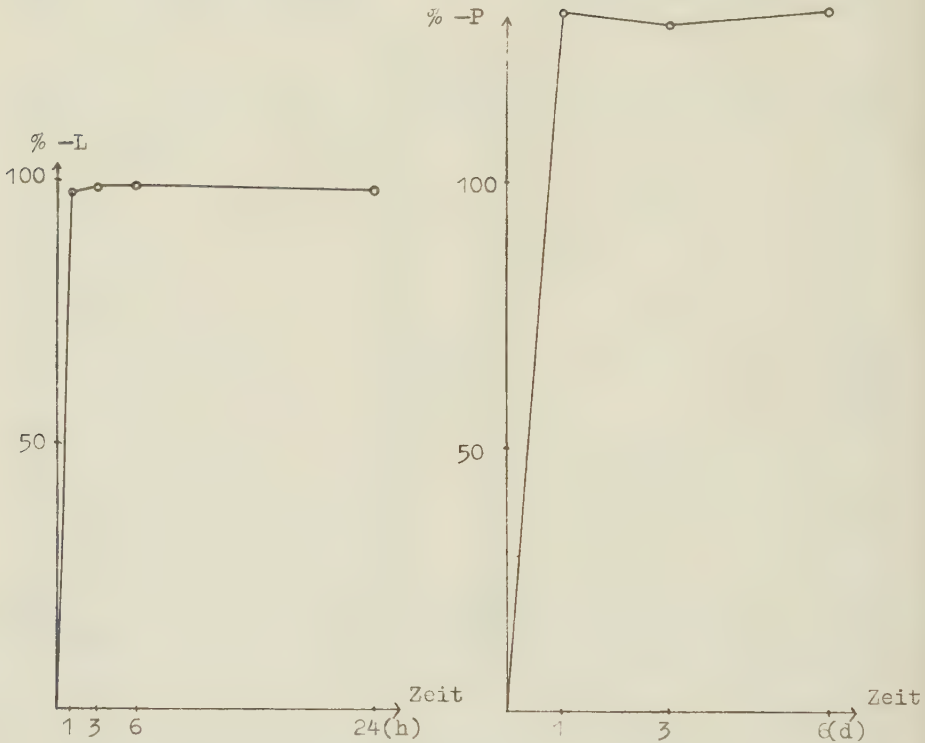
Dieses Ergebnis steht im Gegensatz zu den Resultaten von Clarke und Hampson (15), Brännström (9) und Brännström und Nyborg (10).

Löslichkeit in Monomer:

nach 1h	3h	6h	24h
97%	98%	98%	97%

Penetration durch Restmonomer:

nach 1d	3d	6d
131%	128%	131%



Für die Penetration über 100% lassen sich als Erklärung dieselben Thesen heranziehen, die bei der Untersuchung von Liquid Lining gebraucht worden sind.

Tubuli Tec ist laut Packungsprospekt als Pulpenschutz unter säureabscheidenden Füllungen indiziert. Brännström und Nyborg (11) haben Untersuchungen mit Composites angestellt und dabei die Fähigkeit des Tubuli Tec, Bakterien abzuschalten, bestätigt. Laut Packungsprospekt ist dieser Schutzlack unter Composites brauchbar, er wurde deshalb in die Versuchsreihe mit Monomer aufgenommen.

Löslichkeit und Penetration schließen Tubuli Tec als Pulpenschutz unter Composites, die Methacrylsäuremethylester beinhalten, aus.

6.) Kritische Wertung der Resultate

Cervin: Dieses Imprägnierungsmittel wird von Säure schon nach einer Stunde ganz aufgelöst, nach 12 Tagen läßt es auch bereits über die Hälfte der Restsäure diffundieren.

Zum Schutz gegen Säuren ist Cervin also nicht brauchbar. Als Unterlage unter Kunststofffüllungen ist Cervin nicht ausdrücklich laut Packungsprospekt indiziert, die Versuche zeigen, daß nach einem Tag schon mehr als 90 Prozent Restsäure diffundieren und Cervin somit keinen Schutz gegen Methacrylsäuremethylester bietet.

Copalite:

Der Lack wird nach einem Tag schon fast zur Hälfte gelöst, Penetration der Restsäure schränkt er nur ein und scheidet somit als zuverlässiger Pulpenschutz unter phosphorsäureabscheidenden Füllungen aus.

Dasmocol:

Von Monomer wird es zwar nur zu einem geringen Teil gelöst, die Diffusion von Methacrylsäuremethylester wird aber nur gemindert, nicht verhindert. Dasmocol ist kein zuverlässiger Schutz gegen Monomer.

Dasmovit:

Der Lack wird zu einem sehr geringen Teil (maximal 6%) durch Phosphorsäure gelöst, durchdrungen wird er überhaupt nicht. Unter der Voraussetzung, daß Dasmovit selbst keine pulpenschädigende Bestandteile enthält, kann es als zuverlässiges Pulpenschutzmittel unter Silikat-, Stein- und Phosphatzementen angesehen werden.

DFL-Kavitätenlack:

Unter phosphorsäureabscheidenden Füllungen kann auch dieser Pulpenschutz als brauchbar angesehen werden, da er nur ein Prozent der Restsäure diffundieren läßt.

Impraegnot:

Der Säuredurchtritt wird nur zur Hälfte reduziert, was diesen Schutzfilm als unbrauchbar erscheinen läßt. Vom Restmonomer läßt er sogar 81 Prozent diffundieren.

Kavitil: Fast 40 Prozent der Restsäure treten ungehindert durch die Lackschicht, womit Kavitil unter phosphorsäureabscheidenden Füllungen als unzureichend anzusehen ist.

Liquid
Lining:

In Phosphorsäure löst sich dieses Präparat sehr schwer, es hält auch die Restsäure bis auf 8 Prozent nach 12 Tagen zurück.

Trotzdem wird Liquid Lining nur bedingt anzuwenden sein, da man nicht weiß, ob diese kleine Prozentzahl die Pulpa irritieren kann.

Als Monomerschutz scheidet der Lack aus.

Tresiolan:

Die Penetration der Restsäure (bis zu 37 Prozent) macht das Touchierungsmittel unter Zementen unbrauchbar.

Tubuli Tec:

Der Liner läßt nach 12 Tagen ein Viertel der Restsäure und das gesamte Restmonomer durchtreten und ist damit keine ausreichende Barriere gegen diese Noxen.

Als zuverlässiger Schutz unter Silikatfüllungen können nur zwei Lacke angesehen werden: Dasmovit und DFL-Kavitätenlack. Liquid Lining hält zwar den größten Teil der Restsäure ab, die übrigen Säurebestandteile können jedoch, vor allem in tiefen Kavitäten, die Pulpa noch irritieren. Cervin, Copalite, Impregmol, Kavital, Tresiolan und Tubuli Tec scheiden auf Grund der Resultate dieser Arbeit als Unterlage unter Zementfüllungen aus.

Methacrylsäuremethylester wird von keinem der getesteten Lacke in ausreichendem Maße abgehalten. Der Grund dafür dürfte sein, daß viele Pulpenschutzmittel organische Lösungsmittel enthalten. Monomer kann auch als solches angesehen werden und wirkt deshalb auflösend. Cervin, Dasmocol, Impregmol, Liquid Lining und Tubuli Tec bieten keinen ausreichenden Schutz unter Kunststofffüllungen, die Methacrylsäuremethylester enthalten.

Die zwei Methoden, die in dieser Arbeit beschrieben werden, führen zu quantitativen und qualitativen Aussagen. Die Löslichkeit der Lacke kann nicht als einziges Kriterium für ihre Brauchbarkeit angesehen werden. Diese Experimente tragen aber dazu bei, die Ergebnisse aus den Penetrationsversuchen zu unterstützen und zu festigen.

E) ZUSAMMENFASSUNG

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, Auflösung und Durchdringung von Pulpenschutzmitteln in Phosphorsäure und Methacrylsäuremethylester zu bestimmen.

In der chronologisch verfaßten Literaturübersicht sind Methoden und Ergebnisse anderer Autoren zusammengefaßt, in einer anschließenden tabellarischen Übersicht noch einmal verdeutlicht. Die diversen Methoden werden kritisch durchleuchtet. Im Kapitel "Prüfung der Pulpenschutzmittel" wird eingangs die eigene Methode kurz begründet und dargestellt.

Die Auflösung der Lacke beziehungsweise Liner wird durch Wägeversuche bestimmt, die Durchdringung mit radioaktiv markierter Phosphorsäure und Monomer.

Weiter wird herausgestellt, daß die wichtigste Eigenschaft der Lacke und Liner ihr zuverlässiger Schutz gegen Phosphorsäure und Methacrylsäuremethylester sein muß.

Versuchsaufbau und -durchführung der Experimente zur Prüfung der Löslichkeit und Durchdringung der Präparate werden genau beschrieben.

Danach sind die Ergebnisse aus den Löslichkeits- und Penetrationsversuchen nebeneinander dargestellt und werden mit denen anderer Autoren verglichen.

Als brauchbarer Schutz unter Zementfüllungen erweisen sich nur zwei Lacke, wie aus der kritischen Wertung der Resultate zu ersehen ist, nämlich Dasmovit und DFL-Kavitätenlack. Unter Kunststofffüllungen, die Methacrylsäuremethylester ausscheiden, kann man keines der Präparate

verwenden.

Obwohl einige Präparate gut sind, sollte vor ihrer klinischen Anwendung eines gefordert werden: Die Hersteller müssen die genaue Zusammensetzung bekannt geben, damit man sicher weiß, ob die Lacke beziehungsweise Liner nicht selbst pulpenirritierende Substanzen beinhalten.

Eine Gewebewundfläche, wie sie eine Kavität darstellt, verdient sorgfältige Beachtung und Behandlung, deshalb sollten die Auswirkungen der Pulpenschutzmittel auf Dentinwunde und Pulpa untersucht werden, bevor man sie regelmäßig anwendet.

F) ALPHABETISCHE LITERATURÜBERSICHT

- (1) ARNOLD, W.H.J.
Der Einfluß der Kunst- und Gitterwerkstoffe
sowie der Cervin-Reogan-Imprägnierungsmittel
auf die Pulpa
Öst.Z.Stomat. 12, 657 (1958)
- (2) BARBER, D., LYELL, J., MASSLER, M.
Effectiveness of copal resin varnish under
amalgam restorations
J.prosth.Dent. 14, 533 (1966)
- (3) BARRIE, R.D., GILLINGS, A.M., BUONOCORE, M.G.
Evaluation by dye penetration of Eastman 910
as a cavity liner
J.dent.Res.4,751 (1960)
- (4) BARTELT, J.
Untersuchungen über die Ursachen der Pulpen-
schädigungen durch Silikat- und Silikophos-
phatzement und deren Verhütung
Med.Diss. Berlin (1966)
- (5) BERGMANN, B., SOEREMARK, R.
Studies on permeability of certain dentinal
sealing agents. An in vitro investigation
using Radiosodium
Odont.T. 2, 113 (1961)
- (6) BERTELMANN, J.
Histologische Untersuchungen über das Ver-
halten der erkrankten Zahnpulpa gegenüber
Schutzeinlagen insbesondere gegenüber Polystyrol-
und Polyamidschutzfilmen bei Silikatfüllungen
Med. Diss. Marburg (1964)

- (7) BLAHOVA, Z., NEUMANN, M., VACEK, M.
Erfahrungen mit dem Tector-Dentinwundverband
Die Quintessenz 20, 1 (1969)

- (8) BRÄNNSTRÖM, M.
Reaction of the pulp to amalgam fillings
Odont.Revy 14, 244 (1963)

- (9) BRÄNNSTRÖM, M.
Einige neue Gesichtspunkte zur Isolierung
Zahnärztl. Welt 78, 611 (1969)
A new approach to insulation
Dent.Pract. 19, 417 (1969)

- (10) BRÄNNSTRÖM, M., NYBORG, H.
Comparison of pulpal effect of two liners
Acta odont.scand. 27, 443 (1969)

- (11) BRÄNNSTRÖM, M., NYBORG, H.
The presence of bacteria in cavities filled
with silicate cement and composite resin
materials
Swed.Dent.J. 64, 149 (1971)

- (12) CALDWELL, R.C., GALLAGHER, A., LIGGETT, R.W.
Development of coatings for application to teeth
J.dent.Res. 38, 197 (1959)

- (13) CASTAGNOLA, L., GARBEROGLIO, R.
Können Lacke die Spaltbildung zwischen Kavität
und Füllungsmaterial beeinflussen?
Schweiz.Mschr.Zahnheilk. 78, 766 (1968)

- (14) CASTAGNOLA, L., GABEROGGIO, R.
Die heutige Bewertung der Lacke und Cavity
Liner in der konservierenden Zahnheilkunde
Quintess.zahnärztl.Lit. 11, 1 (1968)
- (15) CLARK, J., HAMPSON, E.L.
Effect of cavity preparation and filling
materials on the human dentin with special
reference to polystyrene lining agents
Brit.dent.J. 124, 456 (1968)
- (16) DACHI, St.F., STIGERS, R.W.
Reduction of pulpal inflammation and thermal
sensitivity on amalgam-restored teeth treated
with copal varnish
J.Amer.dent.Ass. 74, 1281 (1967)
- (17) DAUSCH, H.
Vergleichende Untersuchungen der Pulpenreaktionen
bei Anwendung des Autoacrylates Sevriton
Zahnärztl.Rdsch. 63, 295 (1954)
- (18) DEMMEL, A.J.
Untersuchungen von Unterfüllungswerkstoffen
Dtsch.zahnärztl.Z. 26, 235 (1971)
- (19) DOLVEN, R.L.
Micromasurement of cavity lining, using ultra-
violet and reflected light, and the effect of
the liner on marginal penetration evaluated with
⁴⁵Ca
J.Dent.Res. 45, 12 (1966)

- (20) EAMES, B., HOLLENBACK
Cavity liner thickness and retentive
characteristics
J.Amer.dent.Ass. 72, 69 (1966)
- (21) EICHNER, K., LAUTENSCHLÄGER, E.P.,
VON RADNOTH, M.V.
Investigation concerning the solubility
of dental cements
J.dent.Res. 47, 280 (1968)
- (22) FASSDORF, O.
Zur Frage der Pulpenschädigung unter Silikat-
zement
Zahnärztl.Welt 6, 136 (1951)
- (23) GODT, H., BÜSSMANN, K.
Untersuchungen über die Schutzfunktion des
Addent-cavity-liner mit Hilfe bakteriologischer
Teste
Dtsch. Zahnärztebl. 21, 486 (1967)
- (24) GOING, R.E.
Cavity liners and dentin treatment
J.Amer.dent.Ass. 69, 415 (1964)
- (25) GOING, R.E., MASSLER, M.
Influence of cavity liners under amalgam
restorations by radioactiv isotopes
J.prosth.Dent. 2, 298 (1964)
- (26) HEUSER, H.
Zur Frage der Vermeidung pulpenschädigender
Einflüsse durch Silikat-zement
Üst.Z.Stomat. 11, 402 (1964)

- (27) HEUSER, H., LAMMERT, K.
Experimentelle Untersuchungen der Polyamid-
und Polystyrolkunststofffolienverbände auf
ihre Fähigkeit die pulpenschädlichen Einflüsse
von Silikatfüllungen zu verhindern
Stoma 4, 179 (1959)
- (28) JENTZSCH, H.
Unifolan I nach Dr. Kalden
Dent.Echo 26, 74 (1956)
- (29) KALDEN, E.
Ein neuartiger Dentinwundverband
Zahnärztl.Prax. 5, 2 (1954)
- (30) KALDEN, E.
Praktische Ratschläge zur Verwendung des
Kunststoffverbandes "Unifolan"
Dtsch.Zahnärztebl. 9, 660 (1955)
- (31) KALDEN, E.
Der temporäre Dentinschutzverband Kapsidur
Zahnärztl.Welt 11, 308 (1958)
- (32) KALDEN, E., WETTER, H.N.
Die Versorgung der Dentinwunde vom Blickfeld
des praktischen Zahnarztes unter Verwendung
eines neuartigen Polyamid-Kunststoffverbandes
Zahnärztl.Reform 11/12, 215 (1959)
- (33) KALDEN, E., WETTER, H.N.
Über die Versorgung der Dentinwunde in der
konservierenden Zahnheilkunde
Schweiz.Mschr.Zahnheilk. 65, 34 (1955)

- (34) KETTERL, W.
Pulpenschutz unter Silikatzementfüllungen
Zahnärztl.Prax. 10, 13 (1959)
- (35) KOBES, L., BRÜCKNER, K.H.
Versorgung des beschliffenen Kronenstumpfes
Dtsch.zahnärztl.Z. 25, 679 (1970)
- (36) KRAMER, J.H.R., LEE, K.W.
The demonstration of glycerophosphoric acid
dimethylacrylat in dentin and filling material
following the use of a cavity sealer
J.dent.Res. 39, 1003 (1960)
- (37) LANGE LAND, L., LANGE LAND, L.K.
Use of radioactiv tracers to determine the
protective effect of cavity liners
J.dent.Res. 45, 1273 (1966)
- (38) LEDERER & HABRYKA
Dentalpräparate
Dental Echo 7, 59 (1959)
- (39) MASSLER, M., MANSUKHANI, N.
Testing liners under cement in vitro
J.prosth.Dent. 10, 964 (1960)
- (40) MEIGATTER, K.
Vorbeugen!
Dtsch.Stomat. 3, 185 (1953)
- (41) MEYER ZU NATRUP
Moderne Brückenprothetik
Dtsch.Zahnärztebl. 8, 369 (1969)

- (42) MOFFA, J.P., RAZZANO, M.R., FOLIO, J.
Influence of cavity varnish on mikroleakage
and retention of various pinretaining devices
J.prosth.Dent. 20, 541 (1968)
- (43) MOTSCH, A.
Hilfsmittel und Medikamente in der
konservierenden Zahnheilkunde zur Vorbe-
reitung der Kavität für die endgültige
Füllung
Dtsch.Zahnärztebl. 22, 637 (1968)
- (44) NEWCOMER, C.E.
Penetration of cavity varnish by phosphoric acid
J.dent.Res. 37, 43 (1958)
- (45) NORMAN, R.D., SWARTZ, M.L., PHILLIPS, R.W.
Studies on solubility of certain dental materials
J.dent.Res. 30, 977 (1957)
- (46) PANTKE, H., LEHMANN, M., GRAUL, E.H.
Experimentelle Untersuchungen zu Fragen des
Pulpenschutzes unter Silikatfüllungen
Zahnärztl.Prax. 9, 97 (1965)
- (47) PAPPAS, A., MASSLER, M.
Biossay of cavity liners under silicate
cement fillings in rat incisors
J.Dent.Child. 26, 335 (1959)
- (48) PASSOW, H.
Ein Beitrag zum Pulpenschutz unter schnell-
härtenden Kunstharzfüllungen
Zahnärztl.Prax. 3, 392 (1951)

- (49) PASSOW, H.
Ein Beitrag zum Pulpenschutz und Randschluß
bei Kunstharzfüllungen
Zahnärztl.Prax. 3, 642 (1952)
- (50) PELZER, H.
Versorgung kleiner und flacher Kavitäten
mit einer Unterfüllung
Zahnärztl.Prax. 15, 175 (1961)
- (51) PLANT, C.G., TYAS, M.J.
Lining materials with special reference to
Dropsin
Brit.dent.J. 10, 486 (1970)
- (52) PLISCHKA, G.
Ursachen der Pulpenaffektionen unter Dentin-
wunden und ihre Verhütung
Öst.Z.Stomat. 54, 192 (1957)
- (53) PLISCHKA, G.
Monomerschutz der Pulpa durch Lacke
Zahnärztl.Welt 16, 440 (1958)
- (54) PLISCHKA, G., TSCHAMER, H.
Dentinwundverband zur Verhütung von Pulpen-
affektionen
Zahnärztl. Welt 9, 233 (1957)
- (55) RAUTMANN, H.D., RITZE, H.
Ein Beitrag zur Frage des Pulpenschutzes
Stoma 8, 225 (1955)
- (56) REICH, H.
Pulpenschutz unter Kunststofffüllungen
Dtsch.zahnärztl.Z. 16, 858 (1953)

(57) ROTTKE, R.

Die Behandlung der Dentinwunde bei der
Füllungstherapie

Dtsch.Zahnärztebl. 4, 118 (1957)

(58) SCHMELZER, A.

Schutz der Pulpa unter Silikatfüllungen
Med. Diss. München (1951)

(59) SCHUBERT, L.

Über die Fragen des Pulpenschutzes auf Grund
tierexperimenteller Ergebnisse und klinischer
Beobachtung

Dtsch.zahnärztl.Z. 1, 44 (1951)

(60) SCHULZ, A.

Pulpenschutz unter Silikatfüllungen
Zahnärztl.Rdsch. 58, 75 (1949)

(61) SENDTNER, K.

Erprobte und empfehlenswerte Mittel des
Pulpenschutzes bei der prothetischen Ver-
wendung selbsthärtender Kunststoffe

Zahnärztl.Prax. 3, 344 (1952)

(62) SENDTNER, K.

Der "Pula"-Pulpenschutz gegenüber der Fern-
wirkung des Monomeren

Zahnärztl.Prax. 3, 740 (1952)

(63) SPRETER VON KREUDENSTEIN, TH.

Mittel zum Schutz der Pulpa bei der Füllung
mit schnellhärtenden Kunststoffen

Zahnärztl. Z. 24, 1382 (1951)

- (64) STANLEY, M.R., SWERDLOW, H., BUONOCORE, M.G.
Pulpreactions to anterior restorative materials
J.Amer.dent.Ass. 75, 132 (1967)
- (65) STARK, M.M., NICHOLSON, R.J., SOELBERG, K.B.
Marginal seal afforded by butyl and isobutyl
cyanoacrylates as cavity liner
J.prosth.Dent. 21, 380 (1969)
- (66) STÜBEN, J.
Die Dentinwunde und ihre Versorgung
Dtsch.Zahnärztebl. 6, 529 (1965)
- (67) SWARTZ, M.L., PHILLIPS, R.W.
Permeability of cavity liners to certain
agents
J.dent.Res. 6, 1232 (1960)
- (68) SWARTZ, M.L., PHILLIPS, R.W., CHAMBERLAIN, N.
Continual studies on the permeability of
cavity liners
J.dent.Res. 41, 66 (1962)
- (69) SWARTZ, M.L., PHILLIPS, R.W., NORMAN, R.D.,
NIBLACK, B.F.
Role of cavity varnishes and bases in the
penetration of cement constituents through
tooth structure
J.prosth.Dent. 16, 963 (1966)
- (70) SZNAIDERMANN, D.
Pulpenschutz unter Silikatfüllungen und
schnell-härtenden Kunststoffen
Dtsch.Zahnärztebl. 9, 163 (1955)

- (71) WALLACE, W., JOHNSON, W.W., J.H.
Investigation of the penetration of cavity
liners by phosphoric acid
J.dent.Res. 39, 752 (1960)
- (72) ZACHARIAS, P.O.
Das Problem der Dentinwundversorgung
Zahnärztl.Prax. 7, 3 (1956)
- (73) ZANDER, H.
Treatment of dentin before insertion of
restorations
Int.dent.J. 4, 693 (1954)

LEBENS LAUF

Ich wurde am 28. Januar 1948 als Sohn des Franz Sleik und der Elisabeth Sleik, geb. Dieterich, in Ramsau bei Berchtesgaden geboren.

Im September 1954 trat ich in die Grundschule zu Ramsau ein, die ich bis Sommer 1958 besuchte. Das fünfte Grundschuljahr (1958/59) absolvierte ich im Internat der Englischen Fräulein in Fürstenstein.

Ich trat 1959 in die Oberrealschule in Deggen-dorf ein. Nach bestandenenem Abitur im Jahr 1968 begann ich im Wintersemester 1968/69 an der Ludwig-Maximilians-Universität München das Studium der Zahnmedizin. Nach dem Sommersemester 1969 absolvierte ich die naturwissenschaftliche zahnärztliche Vorprüfung, die zahnärztliche Vorprüfung nach dem Wintersemester 1970/71.

Derzeit lege ich die zahnärztliche Prüfung ab.

